



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
POLO FLORIANÓPOLIS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Christie Costa Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ELETROMAGNETISMO COM FOCO
EM APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO LABORATÓRIO DE BAIXO
CUSTO**

Florianópolis
2024

Christie Costa Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ELETROMAGNETISMO COM FOCO
EM APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO LABORATÓRIO DE BAIXO
CUSTO**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos

Florianópolis
2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

Silva, Christie Costa

Proposta de sequência didática para eletromagnetismo com foco em aprendizagem significativa utilizando laboratório de baixo custo / Christie Costa Silva ; orientador, Alexandre Magno Silva Santos, 2024.

94 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Sequência Didática. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Laboratório de Baixo Custo. 5. Eletromagnetismo. I. Santos, Alexandre Magno Silva. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Christie Costa Silva

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ELETROMAGNETISMO COM FOCO
EM APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO LABORATÓRIO DE BAIXO
CUSTO**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Wagner Figueiredo, Dr.
UFSC (Aposentado)

Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.
UFSC

Prof. André da Silva Schneider, Dr.
UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Física.

Coordenação do Programa de
Pós-Graduação

Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos
Orientador

Florianópolis, 2024.

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e
aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização deste mestrado. Seu apoio financeiro foi fundamental para viabilizar minha dedicação integral à pesquisa e ao desenvolvimento deste trabalho.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, que sempre me incentivaram e apoiaram em todas as etapas da minha trajetória acadêmica. Seu amor incondicional e seu constante encorajamento foram essenciais para que eu persistisse neste caminho e alcançasse este importante marco na minha vida.

Minha gratidão e carinho à minha namorada, Caroline Beatriz, por todo o apoio, paciência e incentivo incondicional ao longo dessa jornada. Sua presença constante e suas palavras de encorajamento foram fundamentais para que eu conseguisse concluir este mestrado.

Gostaria de estender meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Magno dos Santos, pela sua orientação perspicaz, paciência e dedicação ao longo deste processo. Seu comprometimento e disponibilidade foram essenciais para a conclusão da minha dissertação. Suas orientações e insights enriqueceram significativamente meu trabalho, e sou grato pela oportunidade de aprendizado proporcionada por nossa parceria acadêmica.

Agradeço também à Diretora Fabíola, por ter permitido que eu aplicasse minha pesquisa em sua escola, o que foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho. Estendo meus sinceros agradecimentos às professoras Rita de Cassia e Bárbara Amorim, cuja ajuda na revisão e aperfeiçoamento da dissertação foi de imenso valor.

Aos membros da banca examinadora, agradeço por dedicarem seu tempo e conhecimento para avaliar e contribuir para o aperfeiçoamento deste trabalho. Suas sugestões e críticas construtivas foram de grande valia e contribuíram para a qualidade final da dissertação.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos e colegas de curso, por sua amizade, colaboração e apoio ao longo desta jornada. Sua presença e incentivo foram fundamentais para superar os desafios encontrados e manter o ânimo e a motivação durante todo o processo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, seja com palavras de encorajamento, apoio técnico ou compartilhamento de conhecimentos. A celebração deste momento não seria completa sem o reconhecimento a todas essas importantes pessoas.

Muito obrigado a cada um de vocês!

*"A existência humana transcorre dentro de um curto parêntese da eternidade.
A vida humana é apenas uma gota existencial na perspectiva da eternidade.
Educar é semear com sabedoria e colher com paciência."
(Augusto Cury, 2006)*

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma sequência didática que propõe trazer mais motivação ao aprendizado de Eletromagnetismo no ensino médio. Para tal, faz-se necessário despertar a curiosidade do aluno, explorando diferentes recursos de aprendizagem, estimulando o trabalho em equipe e, se possível, incluindo experimentos. O enfoque deste trabalho é nos conceitos elementares do Eletromagnetismo. A escolha foi feita a partir do fato de que, atualmente, grande parte dos objetos do cotidiano tem seu funcionamento baseado nos princípios daquele. Objetivou-se, no presente trabalho, a criação de uma sequência didática para o ensino de Eletromagnetismo baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel com uso de recursos experimentais de baixo custo, além de aulas expositivas complementares. A intenção do produto educacional resultante é servir como uma ferramenta alternativa aos professores do Ensino Médio, proporcionando tais recursos através da abordagem aqui sugerida. Após elaborada, esta sequência foi aplicada a uma turma de ensino médio em uma escola pública de Florianópolis. As atividades foram presenciais, com aplicação prévia de questionário. A abordagem da teoria de aprendizagem recebeu aporte de experiências com envolvimento dos alunos na montagem de dispositivos rudimentares alusivos aos fenômenos do Eletromagnetismo. Ao final foi aplicado questionário diagnóstico onde pudemos constatar que a aquisição de conhecimento através da evolução na qualidade das respostas dos alunos, o que sugere que a abordagem permitiu-nos alcançar resultados muito satisfatórios.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Laboratório de Baixo Custo. Eletromagnetismo.

ABSTRACT

A DIDACTIC SEQUENCE FOR TEACHING ELECTROMAGNETISM USING LOW-COST EXPERIMENTS IN THE CONTEXT OF MEANINGFUL LEARNING THEORIES

In this Master's Thesis we present a didactic sequence that aims to drive the student's enthusiasm in learning Physics in high school. In order to achieve that it is necessary to foster the students' curiosity by exploring different teaching tools, as well as encouraging teamwork. Whenever possible, it is also helping including experiments. We chose to address the main concepts of Electromagnetism. Our choice has been made upon the fact that it is the working principle of most of today's devices. Our goal is the creation of a didactic sequence (henceforth referred to as product) for teaching Electromagnetism based in Ausubel's Meaningful Learning Theory, using low-cost laboratory resources as well as lecturing. We applied the sequence in a public high school in Florianópolis, Santa Catarina. All activities took place in classrooms and included hands-on experiments which meant to get students engaged in building simple devices whose principle of working were Electromagnetic. An assessment was delivered before applying the product, and the same one was delivered again at the end so as to evaluate the students' learning and progress. The fact that those students showed better answers than previously assessed suggests that the present approach has achieved good results.

Keywords: Meaningful Learning. Low cost laboratories. Electromagnetism.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Ímã elementar | 25 |
| Figura 2 – Exemplo de magnetita. | 26 |
| Figura 3 – Tipos de ímãs | 27 |
| Figura 4 – Os ímãs podem atrair objetos metálicos. | 28 |
| Figura 5 – Polos dos ímãs | 28 |
| Figura 6 – Inseparabilidade dos polos magnéticos. | 28 |
| Figura 7 – Atração e repulsão entre ímãs. | 29 |
| Figura 8 – Alinhamento de um ímã em barra com a Terra. | 29 |
| Figura 9 – Bússola orientada pelo campo magnético de um ímã. | 30 |
| Figura 10 – Kit Atividade I | 34 |
| Figura 11 – Kit Atividade 3 | 35 |
| Figura 12 – Materiais | 38 |
| Figura 13 – Fazendo a bobina. | 39 |
| Figura 14 – Estudantes realizando Atividade I | 39 |
| Figura 15 – Estudantes realizando Atividade III | 40 |
| Figura 16 – O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona? | 46 |
| Figura 17 – O que é uma bússola? Para que serve? | 49 |
| Figura 18 – Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento? | 52 |
| Figura 19 – Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê? | 55 |
| Figura 20 – O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento? | 60 |
| Figura 21 – Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem. | 60 |
| Figura B.1 – Materiais da Atividade I | 68 |
| Figura B.2 – Fazendo a bobina | 68 |
| Figura B.3 – Conectando a pilha ao suporte | 69 |
| Figura D.1 – Fazendo o solenoide | 74 |
| Figura E.1 – Fazendo eletroímã | 77 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Sequência didática planejada | 33 |
| Tabela 2 – Questão: O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona? | 43 |
| Tabela 3 – Questão: O que é uma bússola? Para que serve? | 46 |
| Tabela 4 – Comparativo de respostas sobre o que são as bússolas. | 50 |
| Tabela 5 – Questão: Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento? | 50 |
| Tabela 6 – Questão: Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê? | 53 |
| Tabela 7 – Comparativo de respostas sobre funcionamento das bússolas. | 55 |
| Tabela 8 – Questão: O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento? | 56 |
| Tabela 9 – Questão: Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem. | 58 |
| Tabela 10 – Comparativo de respostas sobre eletroímã. | 61 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | PERGUNTAS DA PESQUISA | 14 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA | 14 |
| 1.3 | HIPÓTESES | 15 |
| 1.4 | OBJETIVO | 15 |
| 1.4.1 | Objetivo Geral | 15 |
| 1.4.2 | Objetivos Específicos | 15 |
| 1.5 | ORGANIZAÇÃO | 16 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 17 |
| 2.1 | ENSINO E APRENDIZAGEM | 17 |
| 2.2 | APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 18 |
| 2.3 | LABORATÓRIO DIDÁTICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO | 20 |
| 3 | ELETROMAGNETISMO | 23 |
| 3.1 | BREVE HISTÓRICO | 23 |
| 3.2 | MAGNETISMO | 25 |
| 3.3 | ÍMÃS E BÚSSOLAS | 26 |
| 3.4 | O SURGIMENTO DO ELETROMAGNETISMO | 30 |
| 4 | O PRODUTO EDUCACIONAL, METODOLOGIA E APLICAÇÃO | 33 |
| 4.1 | O PRODUTO EDUCACIONAL | 33 |
| 4.2 | METODOLOGIA DE PESQUISA | 36 |
| 4.2.1 | Contextualização da Pesquisa | 36 |
| 4.2.2 | Elaboração e Aplicação dos Questionários | 36 |
| 4.2.3 | Crterios de Avaliação das Respostas | 37 |
| 4.2.4 | Divisão de Grupos e Análise das Respostas | 37 |
| 4.3 | APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 37 |
| 5 | ANÁLISE, DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES | 42 |
| 5.1 | ANÁLISE E DISCUSSÃO | 42 |
| 5.2 | CONSIDERAÇÕES | 62 |
| 6 | CONCLUSÃO | 63 |
| | Referências | 64 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO | 67 |
| | APÊNDICE B – ATIVIDADES I | 68 |
| | APÊNDICE C – ATIVIDADES II | 71 |
| | APÊNDICE D – ATIVIDADES III | 73 |
| | APÊNDICE E – ATIVIDADES IV | 76 |
| | APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE CONCLUSÃO | 79 |

| | |
|---|-----------|
| APÊNDICE G – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARE- CIDO - TCLE E TERMO DE ASSENTIMENTO - TA | 81 |
| ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA | 90 |
| ANEXO B – AUTORIZAÇÃO SED - SC | 93 |

1 INTRODUÇÃO

Frequentemente, o ensino de física se restringe a equações e leis, sem que os alunos compreendam como elas se relacionam aos fenômenos naturais. Apenas aulas teóricas não são suficientes para dar significado às equações e leis. Como resultado, os alunos apresentam grandes dificuldades ou até relutância em estudar física. Os professores enfrentam desafios significativos para superar esse cenário e criar atividades e estratégias didáticas que engajem os alunos e deem novo sentido aos conteúdos abordados.

A busca por estratégias inovadoras que estimulem e aprimorem a motivação dos estudantes no aprendizado da Física tem sido um desafio central para educadores que desejam proporcionar uma experiência educacional mais enriquecedora. No âmbito do ensino médio, essa busca é ainda mais importante, já que é nesse período que os alunos começam a moldar suas percepções sobre as ciências e a construir bases sólidas de conhecimento. Para alcançar um aprendizado significativo, é essencial não apenas transmitir informações, mas também cultivar um ambiente que desperte a curiosidade, promova o engajamento e se conecte com a realidade cotidiana dos estudantes.

Este trabalho surge com o objetivo de abordar essa demanda por um ensino mais cativante e eficaz no contexto da Física de ensino médio. Reconhecendo a importância de tornar o aprendizado prazeroso e de resgatar a curiosidade natural dos alunos, são exploradas diversas abordagens pedagógicas neste estudo. A utilização de recursos didáticos alternativos, a promoção de atividades experimentais e a ênfase no trabalho colaborativo são algumas das estratégias implementadas para criar uma experiência educativa envolvente.

No centro deste trabalho está o tema do eletromagnetismo. A escolha desse tópico não foi aleatória, mas sim motivada pelo papel central que o eletromagnetismo desempenha em inúmeros dispositivos presentes em nosso cotidiano, apesar de sua natureza muitas vezes invisível. Este tema, embora não tangível, possui um poder intrínseco de despertar a curiosidade dos alunos devido à sua presença onipresente em nossas vidas.

Nesta introdução, traçamos as linhas iniciais desse trabalho, destacando a importância de motivar os alunos a explorar os conceitos complexos da Física de maneira cativante e interativa. A jornada de aprimorar a motivação e a compreensão no ensino de Física é uma busca constante, e este trabalho contribui para essa busca ao utilizar o eletromagnetismo como uma ponte para a curiosidade e a percepção mais profunda das ciências em nosso mundo cotidiano.

1.1 PERGUNTAS DA PESQUISA

Qual é o impacto da sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, aliada a atividades experimentais e aulas expositivas, no nível de motivação dos estudantes do ensino médio em relação ao aprendizado de eletromagnetismo?

Como o uso de recursos didáticos diversificados, como atividades experimentais e trabalho em grupo, contribui para o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre os princípios do eletromagnetismo?

Qual é a percepção dos alunos sobre a relação entre o conteúdo de eletromagnetismo e sua presença nos dispositivos e objetos do cotidiano, após a participação na sequência didática proposta?

1.2 JUSTIFICATIVA

A motivação é um elemento crucial para o sucesso no aprendizado, especialmente em disciplinas complexas como a Física. A falta de motivação pode levar os alunos ao desinteresse pelo conteúdo, resultando em um aprendizado superficial e de curto prazo. Este trabalho investiga como estratégias de ensino, incluindo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, atividades experimentais e recursos didáticos variados, podem impactar a motivação dos estudantes em relação ao aprendizado de eletromagnetismo.

O aprendizado do eletromagnetismo enfrenta desafios significativos devido à complexidade conceitual dos temas abordados. Conceitos abstratos, como campos elétricos e magnéticos, muitas vezes são difíceis de visualizar e integrar. Os alunos tendem a ver as leis físicas apenas como fórmulas matemáticas, sem compreender os fenômenos subjacentes. Essa desconexão é agravada pela escassez de exemplos práticos que demonstrem a relevância do eletromagnetismo no cotidiano, resultando em desmotivação e engajamento limitado.

Além disso, a infraestrutura e os recursos disponíveis nas instituições de ensino frequentemente são inadequados. A falta de laboratórios bem equipados e materiais didáticos atualizados impede que os alunos realizem experimentos práticos que poderiam facilitar a compreensão dos conceitos. Essa situação é ainda mais desafiadora em contextos com restrições financeiras que limitam a aquisição de novos recursos.

A escolha do tema eletromagnetismo é relevante devido à sua presença em diversos dispositivos e tecnologias do cotidiano, mesmo que não seja imediatamente perceptível. Esse aspecto pode despertar a curiosidade dos alunos e permitir uma conexão mais direta entre o conteúdo estudado e suas aplicações práticas, influenciando positivamente seu engajamento e interesse.

O desenvolvimento de um produto educacional e sua implementação prática

em uma instituição de ensino, como por exemplo, em uma escola pública de Santa Catarina permite a avaliação concreta da eficácia dessas abordagens pedagógicas. A relevância social do estudo reside na possibilidade de contribuir para a melhoria do ensino de Física no ensino médio, promovendo uma compreensão mais profunda do eletromagnetismo e, conseqüentemente, uma maior motivação para aprender.

1.3 HIPÓTESES

As hipóteses deste trabalho são:

- A utilização da sequência didática embasada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, juntamente com atividades experimentais e aulas expositivas, resultará em um aumento na motivação dos alunos do ensino médio em relação ao aprendizado de eletromagnetismo;
- O uso de recursos didáticos diversificados, como atividades experimentais e trabalho em grupo, promoverá uma compreensão mais profunda e duradoura dos princípios do eletromagnetismo entre os estudantes;
- Após a participação na sequência didática proposta, os alunos demonstrarão uma percepção ampliada da presença e relevância do eletromagnetismo em tecnologias e objetos cotidianos, indicando uma maior conexão entre o conteúdo acadêmico e seu contexto de vida.

1.4 OBJETIVO

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar o impacto da implementação de uma sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, complementada por atividades experimentais e aulas expositivas, no nível de motivação e compreensão dos alunos do ensino médio em relação ao conteúdo de eletromagnetismo.

1.4.2 Objetivos Específicos

Considerando o desenvolvimento do trabalho e o objetivo geral apresentado, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar e implementar uma sequência didática abrangente sobre eletromagnetismo, incorporando os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel;
- Desenvolver e conduzir atividades experimentais de baixo custo para enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos;

- Avaliar o impacto das estratégias pedagógicas adotadas na motivação dos estudantes e em sua compreensão do eletromagnetismo;
- Investigar a percepção dos alunos sobre a aplicabilidade do conteúdo de eletromagnetismo em tecnologias e objetos cotidianos após a participação na sequência didática proposta.

1.5 ORGANIZAÇÃO

O presente trabalho está organizado da seguinte forma:

Capítulo 2: Fundamentação teórica de cunho pedagógico.

Capítulo 3: Fundamentação teórica de cunho físico.

Capítulo 4: Metodologia e relato da aplicação do produto.

Capítulo 5: Análise de dados.

Capítulo 6: Conclusão

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENSINO E APRENDIZAGEM

Para falarmos sobre a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (T. A. S.), é importante entendermos o que é aprendizagem e ensino-aprendizagem. Para RODRIGUES (2016, p.11), "aprendizagem é a modificação do comportamento a partir de um processo ativo e construtivo que possibilita ao aprendiz manipular os recursos disponíveis, criando novos conhecimentos". Corroborando esse pensamento, FERRO e PAIXÃO (2017, p.16) afirmam que a aprendizagem ocupa um lugar privilegiado em nossas vidas, haja vista que muitas de nossas ações são aprendidas, sendo, portanto, um processo frequente que acompanha o ser humano ao longo de sua existência.

Contudo, é no ambiente da escola que se evidencia a relação entre ensino e aprendizagem, segundo TOLEDO e OLIVEIRA (2019, p.25), "durante muito tempo se acreditou que havia uma relação entre o ensino e a aprendizagem. Nesta perspectiva, sempre que houvesse uma ação educativa, necessariamente deveria ocorrer a aprendizagem, o que nem sempre ocorria, por essa razão, nesses casos, o aprendiz era culpado pelo seu próprio fracasso".

Em outras palavras, para FERRO e PAIXÃO (2017, p.13) "é equivocada a compreensão de que o processo de aprendizagem responde necessariamente ao processo de ensino, ou seja, nem sempre o aluno recebe os ensinamentos do mesmo modo que lhe é transmitido".

É possível compreender que ensino e aprendizagem são dois processos distintos, no entanto, se comunicam e são realizados por personagens distintos. Sendo o professor com a tarefa de ensinar e o aluno com a tarefa de aprender. Às vezes o aluno não consegue compreender aquilo que lhe foi ensinado, então, neste caso, cabe ao professor arrumar uma forma de ensinar que ajude o aluno a compreender o que está sendo transmitido.

É relevante mencionar que, por mais que o professor adote diversas estratégias, para que um estudante consiga entender o que está sendo ensinado é necessário que esse mesmo estudante esteja disposto a aprender.

A teoria da aprendizagem significativa destaca que a motivação interna e o interesse dos alunos são essenciais para a interação ativa entre novos conteúdos e conhecimentos prévios. O professor, como facilitador, deve organizar o conteúdo de forma lógica, contextualizá-lo e estimular o engajamento dos alunos. Conhecer o nível de conhecimento dos estudantes e apresentar conteúdos de maneira assimilável, conectando o novo ao já conhecido, promove um ambiente em que o aluno construa conhecimento ativamente e veja relevância no aprendizado (FARIAS, 2022).

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Sobre a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, é uma teoria da aprendizagem cognitivista que destaca que o aprendizado significativo ocorre quando novos conhecimentos são ligados a conhecimentos prévios existentes na memória do aluno, criando, assim, ligações mentais que permitem a retenção e a utilização futura desses conhecimentos. Em outras palavras, de acordo com MOREIRA e MASINI (2011, p.14), a aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva.

Porém, nessas ligações mentais, os conhecimentos prévios devem ser relevantes para que o novo conhecimento seja adquirido de maneira não arbitrária e substantiva. Como define MOREIRA (2011):

... ideias expressas simbolicamente, interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2011, p.13).

Os conhecimentos prévios relevantes, que estão na estrutura cognitiva do estudante, atuam como uma “âncora” para atribuir significados a um novo conhecimento. Essas âncoras são chamadas de subsunçores; de acordo com MOREIRA (2016, p.2), subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

Na aprendizagem significativa, devido a interação entre conhecimento novo e subsunçores, ocorre uma modificação tanto na estrutura cognitiva do aprendiz quanto no conhecimento que foi aprendido. Os subsunçores vão se modificando, tornando-se conceitos mais amplos e mais estáveis, servindo de base para novos conhecimentos.

Para Ausubel, segundo MOREIRA e MASINI (2011, p.17), a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se relaciona com um aspecto relevante na estrutura do conhecimento do indivíduo.

Aprender significativamente requer um processo dinâmico com o aluno, pois ele deve tentar associar novas informações a conceitos importantes da estrutura cognitiva para que ambos adquiram um novo significado. Assim, nessa forma de aprendizagem, o conhecimento é absorvido de forma muito pessoal, pois o novo conhecimento torna-se significativo para o aprendiz somente quando ele o relaciona com o que já é significativo para ele em seu próprio conhecimento e estrutura conceitual tendo, por referência, suas experiências e observações pessoais.

É importante mencionar que a linguagem utilizada para ensinar é algo importante na aprendizagem significativa, pois é pela linguagem que professores e alunos interagem, expressam opiniões e tecem considerações que possibilitam a compreensão sobre um determinado assunto. Para MOREIRA (2003, p.14), aprender ciências de maneira significativa é aprender linguagem científica.

Portanto, mesmo que as explicações dos conceitos científicos comecem com uma linguagem mais simples para os alunos, no decorrer das aulas deve ser incluída uma linguagem mais científica. Isto fará com que o vocabulário dos estudantes seja ampliado, ao mesmo tempo que possibilita uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

Contrapondo a aprendizagem significativa, AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN (1980) definiram o que chamaram de aprendizagem automática. Segundo os autores:

A aprendizagem automática, por sua vez, ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras) (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.23).

Em outras palavras, segundo MOREIRA (1999, p.154), “Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária.”

Portanto, aprendizagem mecânica é aquela em que novas informações são aprendidas, mas não relacionadas ou muito pouco relacionadas à estrutura cognitiva já presente no aprendiz, especificamente as informações relevantes contidas nessa estrutura. Para que ocorra a aprendizagem mecânica, basta que o sujeito não tenha ideias relevantes na estrutura cognitiva, que é a base para atribuir significados a um novo conceito; ou o novo material pode não ser relevante para o aluno; ou então ele não quer processar significativamente a nova informação.

Alguns requisitos básicos são necessários para ter uma aprendizagem significativa: I) A informação a ser aprendida deve ser estruturada logicamente e relacionada a ideias importantes na estrutura cognitiva do aluno, II) o aluno deve ter conceitos e conhecimentos prévios que permitam a conexão e interação com novos conceitos e conhecimentos e III) o aluno tem que estar disposto a aprender a nova informação. Caso não haja uma tendência positiva para aprender, isto é, para conectar e relacionar novas informações a conceitos preexistentes relevantes, a aprendizagem significativa não ocorrerá.

Da mesma forma, não importa quão preparada e motivada uma pessoa possa estar para uma aprendizagem significativa, o processo de aprendizagem e seu produto

não serão significativos se os pré-requisitos não forem atendidos. Na física, o aprendizado mecânico acontece quando os alunos decoram fórmulas e leis, porém esse aprendizado dura pouco tempo.

De acordo com MOREIRA (2006), a aprendizagem significativa acontece quando o aluno consegue construir o novo conhecimento sobre os alicerces dos conhecimentos que já possui.

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo em que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento (MOREIRA, 2006, p.17).

Ao se trabalhar dessa maneira, espera-se que os alunos tenham uma aprendizagem significativa, ou seja, a partir da suas concepções alternativas e ideias prévias sobre o assunto, criem uma interação com novos conhecimentos para aprender o conhecimento científico. Dessa forma, o aluno saberá dar sentido a novas informações e enriquecerá informações anteriores, tornando-as mais estáveis e coerentes.

2.3 LABORATÓRIO DIDÁTICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Muitas vezes, a física é limitada ao ensino de equações e leis, sem que os alunos consigam perceber como elas se relacionam aos fenômenos naturais. Aulas expositivas teóricas, sozinhas, não são suficientes para oferecer significado às equações e leis apresentadas. Com isso, nota-se que os alunos de hoje têm grande dificuldade, ou até relutância, em estudar física.

Os professores também enfrentam uma grande dificuldade para encarar este cenário e desenvolver atividades e estratégias didáticas que envolvam os alunos e ressignifiquem os conteúdos e temas de sala de aula. A física é necessária para se conectar com o cotidiano dos alunos, tornando determinados fenômenos menos estranhos e mais significativos.

Por mais que as contribuições anteriores sejam fundamentais dentro de uma concepção de ensino e aprendizagem de qualidade, para uma grande parte dos alunos, estudar, frequentar as aulas, fazer as lições constituem tarefas árduas, pior ainda, maçantes, e muitos só o fazem porque são obrigados, devido à pressão da família, da sociedade ou para obter um certificado, na tentativa de garantir um futuro profissional (LABURÚ, 2006, p.383).

As atividades experimentais aparecem como boas candidatas para reduzir essas dificuldades e ampliar a construção do conhecimento. Por serem atividades diferentes, podem tornar-se mais atrativas, acarretando um ambiente lúdico e descontraído.

As atividades experimentais também podem aliviar a pressão e aumentar a aquisição de conhecimento, pois a realização de experimentos torna o estudo da física mais real, natural e agradável.

Além disso, as atividades experimentais devem estimular o aluno a conhecer, a entender e a aprender a aplicar teorias à prática e a desenvolver conhecimento sobre ferramentas e técnicas utilizadas na pesquisa científica. Ele, o aluno, deve aprender a observar, interpretar e analisar cientificamente experimentos com imparcialidade, precisão, confiança, persistência, satisfação e responsabilidade.

Muitos pesquisadores, na literatura nacional recente, têm mostrado que as atividades experimentais têm um papel importante na aprendizagem, conforme mencionam ARAÚJO e ABIB (2003):

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.176).

Em outras palavras, a realização de experimentos é vista por educadores e estudantes como uma das abordagens mais eficazes para facilitar o ensino e o aprendizado da física de forma mais clara e consistente.

É importante mencionar, também, que nas atividades experimentais são desenvolvidas a colaboração e o trabalho em equipe, que estimula a discussão e possibilita o desenvolvimento e a prática de habilidades intelectuais, promovendo a conceituação e o aprofundamento da compreensão dos alunos.

Entretanto, não podemos esquecer que atividades experimentais precisam de espaços adequados para que sejam realizadas. Neste caso, os comumente denominados laboratório de ciências. No entanto, sabe-se que a maior parte das escolas públicas brasileiras não possui laboratório de ciências e que, quando o laboratório de ciências existe, não apresenta equipamentos adequados ao desenvolvimento de aulas práticas (NETO *et al.*, 2013).

Nos últimos anos, pesquisadores têm destacado a importância de os professores encontrarem formas de contornar a falta de laboratórios bem equipados nas escolas onde lecionam. Uma forma de fazê-lo é utilizar materiais de baixo custo e que permitam que os experimentos físicos sejam realizados nas salas de aula regulares, sem a necessidade de se criar um ambiente específico para as atividades experienciais, como um laboratório (FERREIRA; LEJBMAN, 1978).

Corroborando com a ideia acima, segundo RIBEIRO (1955),

...aparelhos e montagens improvisadas, executadas com os recursos mais modestos de laboratórios, deve ser considerada não como uma solução de emergência, mas ao contrário, como uma nova técnica desejável para desenvolver as capacidades construtivas e inventivas do estudante (RIBEIRO, 1955, p.54).

O uso de materiais simples não se limita apenas ao fator custo, mas tem como objetivo permitir que o aluno domine todo o processo de conhecimento. Por meio da construção dos aparatos, cujos princípios de funcionamento sejam a base dos objetos do cotidiano, o aluno se aproxima da ciência física, pois passa a entender que ela está presente no mundo real. Assim, a familiaridade com esses materiais é essencial para o desenvolvimento de habilidades científicas (DOS SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004).

O ensino e a aprendizagem de Física podem ser melhorados com o uso de atividades experimentais com materiais de baixo custo, não como uma solução definitiva para alcançar uma educação de qualidade, mas como uma ferramenta que possui grande potencial para auxiliar na educação.

Logo, o objetivo desta sequência didática é ensinar os conceitos de eletromagnetismo utilizando os princípios da teoria da aprendizagem significativa. Para isso, serão realizadas atividades experimentais simples, empregando materiais de baixo custo que os professores poderão reproduzir facilmente. Dessa forma, busca-se estimular os alunos a desenvolverem pensamento crítico, criativo e reflexivo sobre o tema.

3 ELETROMAGNETISMO

Antes de tudo, ressalta-se que este trabalho não tem como objetivo o desenvolvimento descritivo detalhado ou a busca por resultados novos sobre Eletromagnetismo. No contexto cotidiano do Ensino Médio, a permeabilidade à aquisição deste tipo de conhecimento é viabilizada pelas diferentes técnicas de ensino.

Neste trabalho, por exemplo, propõem-se interações do aluno com experiências, sendo estas elaboradas como base na sequência dos assuntos trazidos pelo livro didático adotado pela escola. O livro é utilizado como fonte formal de conhecimento e também como recurso para leituras complementares às explicações e experiências vivenciadas em sala de aula.

3.1 BREVE HISTÓRICO

Acreditamos que um breve histórico sobre o Eletromagnetismo possa ser de utilidade aos futuros usuários do produto educacional que se cria com esta dissertação.

Na Física, o eletromagnetismo é a parte que estuda tanto os fenômenos elétricos quanto os fenômenos magnéticos, Contudo, para compreender a união desses fenômenos, temos que entender como foram descobertos separadamente.

As histórias sobre as descobertas acidentais do magnetismo na Antiguidade já fazem parte da cultura popular. Em particular, citamos a descoberta acidental do magnetismo que, embora tenha ocorrido de maneira independente em três continentes, é mais comumente atribuída na Grécia antiga na cidade de Magnésia, hoje atual Turquia, onde Tales de Mileto (640-550 a.C.) observou e explicou que determinado minério (magnetita) podia atrair objetos de ferro. Contudo, é possível que os chineses já conhecessem o magnetismo há mais tempo que os gregos.

A Tales de Mileto, também é atribuída a descoberta da eletricidade que, ao atritar um pedaço de âmbar (uma espécie de resina) com um pedaço de pele ou lã, essa pedra adquire a propriedade de atrair pequenos objetos com, por exemplo, poeira e pedaços de palha (BATTAGLIN; BARRETO, 2012).

Entretanto, o eletromagnetismo demorou bem mais a ser desenvolvido. As diferenças e, conseqüentemente, a relação de reciprocidade entre eletricidade e magnetismo não foram registradas até o Renascimento.

As primeiras “bússolas”, que eram feitas de magnetita flutuando em água, já eram usadas por árabes e chineses no século XI. Pierre de Maricourt (1240-1269) fez o primeiro estudo sistemático sobre os ímãs, onde usando uma esfera de magnetita e uma agulha magnetizada conseguiu traçar o que chamou de “linhas de forças” e a convergência dessas linhas chamou de polos em analogia com as linhas de longitude da Terra e observou que a agulha de uma bússola aponta para o polo norte da Terra (MARTINS, 2017).

Jérôme Cardan (1501-1576), foi o pioneiro em estudar os fenômenos vistos por Tales de Mileto e explicou as diferenças de atração entre a magnetita e o âmbar.

Em 1600, William Gilbert (1544-1603) publicou seu principal trabalho, *De Magnete*, um estudo sobre ímãs e corpos magnéticos. Gilbert mostrou que ao dividir um ímã ao meio não é possível ter polos magnéticos isolados, que não apenas o âmbar apresenta efeito elétrico, observou que relâmpagos podem magnetizar objetos de ferro, ou seja, foi o primeiro a diferenciar os fenômenos elétricos e magnéticos (BATTAGLIN, 2010).

Otto Von Guericke (1602-1686), em 1672, construiu a primeira máquina capaz de transferir cargas elétricas, notou a repulsão de cargas iguais e ainda o poder das pontas em corpos eletrizados. Algumas décadas depois, Stephen Gray (1666-1736) conclui que a maioria das substâncias podem ser classificadas como isolantes ou condutores elétricos (CATEGNARO, 2021).

Charles Augustin Coulomb (1736-1806), utilizando uma balança de torção em seus experimentos, enunciou em 1785 a lei de forças entre cargas elétricas. Essa lei hoje leva seu nome. Alguns anos depois, em 1796, Alessandro Volta (1745-1827) foi o primeiro a conseguir um fonte contínua de corrente elétrica que não fosse de origem mecânica, este dispositivo foi chamado de pilha voltaica (ISOLA; MARTINS, 2003).

Após a descoberta de Volta, muitos experimentos usando corrente contínua surgiram e grandes descobertas também foram feitas. Cabe destacar as realizadas por Humphrey Davy (1778-1829) como o fenômeno conhecido hoje por eletrólise e o arco elétrico (MORAES; REIS; BRAGA, 2004, p.229).

Enfim, o casamento entre eletricidade e o magnetismo veio a ocorrer apenas em 1820 por Hans Christian Oersted (1771-1851). Ele foi o primeiro a notar uma relação entre eletricidade e o magnetismo, onde observou que ao passar uma corrente elétrica por um fio condutor e a uma bússola estando próxima, a agulha desta se movia (CAVALCANTE, 2021).

É notável, inclusive, o fato de que Oersted tenha sido, até onde há registros, o primeiro pensador moderno a escrever sobre experimentos mentais, popularizados como os Gedankenexperiment (na Teoria da Relatividade) de Einstein.

Após a descoberta de Oersted, André Marie Ampère (1775-1836), passou a estudar o assunto e conseguiu a regra para determinar a direção do campo magnético em circuitos, além de descobrir que fios paralelos podem se atrair ou repelir dependendo das direções das correntes nos fios (MORAES; REIS; BRAGA, 2004, pg. 234).

Em 1831, Michael Faraday (1791-1867) realizando um experimento com duas espiras enroladas em um anel de ferro, descobriu a indução magnética. Faraday foi considerado o maior físico experimental em eletricidade e magnetismo do século XIX.

Outra grande contribuição ocorreu em 1839 por Karl Friedrich Gauss (1777-1855) que criou o primeiro sistema de unidades magnéticas, determinou o valor do

campo magnético da Terra e momentos magnéticos de ímãs, continuando o trabalho de Gilbert.

A unificação de todo o eletromagnetismo se deu por James Clerk Maxwell (1831-1879) que com a junção das quatro equações que levam seu nome, mostrou que a luz é uma onda eletromagnética, e que se propaga com a velocidade que reconhecemos como a velocidade da luz (CAVALCANTE, 2021).

Apesar da demora no desenvolvimento da teoria eletromagnética, ela é completa, fechada e um dos principais pilares da Física. É, de fato, uma das grandes responsáveis para o desenvolvimento tecnológico da humanidade.

Assim como outras teorias físicas, a teoria eletromagnética teve um desenvolvimento demorado. No entanto, ela é uma teoria completa, fechada e um dos principais pilares da Física. É, de fato, uma das grandes responsáveis para o desenvolvimento tecnológico da humanidade.

É importante mencionar que existem outros cientistas que colaboraram tanto para o desenvolvimento da eletricidade quanto do magnetismo. O fato de não serem citados está relacionado a ser apenas um breve histórico sobre o tema.

Cabe salientar que o desenvolvimento da ciência não ocorre por vislumbres momentâneos e nem de maneira linear, mas sim, pelo encontro de múltiplas visões, desenvolvimento de métodos de estudos e compartilhamento de resultados.

3.2 MAGNETISMO

O magnetismo está profundamente relacionado aos estudos dos fenômenos elétricos. Quando uma carga é colocada em um espaço, ela cria um campo elétrico. No entanto, quando a carga se move, também é criado um outro campo, desta vez de origem magnética. No modelo atômico clássico, os elétrons são responsáveis pela criação deste campo. Desta forma, um átomo pode ser considerado um ímã elementar (Fig. 1).

Assim, o magnetismo em materiais é um fenômeno físico que resulta da interação entre cargas elétricas em movimento, especificamente dos elétrons dentro dos átomos. Existem diferentes tipos de magnetismo, dependendo da organização e do comportamento dos elétrons em um material.

As três principais formas de magnetização de materiais devido a um campo magnético externo são o diamagnetismo, onde há uma fraca repulsão ao campo causada por campos magnéticos opostos criados pelos elétrons orbitais; o paramagnetismo, que ocorre em materiais com elétrons desemparelhados e gera uma atração tempo-

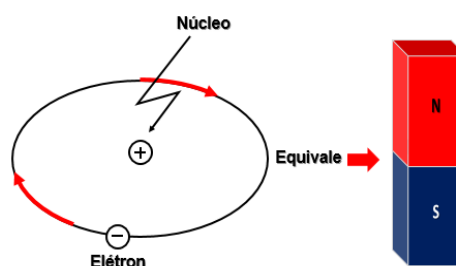


Figura 1 – Ímã elementar

Fonte: Próprio autor

rária ao campo que desaparece quando o campo é removido; e o ferromagnetismo, a forma mais intensa, em que os momentos magnéticos dos átomos se alinham espontaneamente, resultando em magnetização permanente mesmo após a remoção do campo.

Como já sabemos, o fenômeno relacionado ao magnetismo é conhecido há mais de 2.000 anos, e os gregos observaram que havia um mineral que tinha a capacidade de atrair pedaços de ferro. Esse material foi encontrado numa região que era conhecida como Magnésia (atualmente, parte da Turquia) que estabeleceu o nome de magnetismo ao fenômeno, e o mineral recebeu o nome de magnetita (Fig.2). A magnetita atualmente é chamada de ímã.



Figura 2 – Exemplo de magnetita.

Fonte: MM Gerdau Tainacan

Sabe-se hoje que o principal componente da magnetita é o óxido de ferro e que esse composto possui a propriedade de atrair além de ferro outros metais como: níquel, cobalto, manganês e diversas ligas metálicas. Por mais que tudo tenha começado com a magnetita, sabe-se hoje que o magnetismo pode ser encontrado em corpos compostos de outras combinações químicas. Além disso, o magnetismo tem sido estudado e aprimorado, sendo usado em diferentes aplicações, como na fabricação de motores elétricos, na construção de equipamentos de navegação e outros.

Entretanto, para trazer a noção do magnetismo e o eletromagnetismo de uma forma mais simples para a compreensão do aluno, buscou-se utilizar elementos que ele já conhecesse ou já houvesse manipulado em algum momento da sua vida escolar. Com base nisso, das maneiras mais simples de estudar o magnetismo é utilizando os ímãs e as bússolas.

3.3 ÍMÃS E BÚSSOLAS

Os ímãs, também conhecidos por magnetos, são constituídos por um material ferromagnético dotado de propriedades magnéticas e têm a capacidade de atrair outros

objetos metálicos, sendo a sua ação magnética devido aos movimentos dos elétrons no seu interior.

Existem dois tipos de ímãs (Fig.3): os ímãs naturais e os artificiais. Como o próprio nome sugere, os primeiros ocorrem naturalmente (Fig.3a.) Sua magnetização é decorrente do resfriamento de rochas compostas por materiais ferromagnéticos, como a magnetita, ocorrendo devido à influência do campo magnético da Terra. Já os ímãs artificiais (Fig.3b) são criados pela fabricação de materiais com propriedades magnéticas e submetidos a um processo chamado de magnetização.



(a) Ímã natural.



(b) Ímãs artificiais.

Figura 3 – Tipos de ímãs

Fonte: Compilação do autor

Os ímãs artificiais podem ser classificados como permanentes, temporários ou eletroímãs. Os ímãs permanentes são fabricados a partir de materiais ferromagnéticos, que conseguem manter seu magnetismo mesmo após exposição a temperaturas elevadas ou descargas elétricas. Por outro lado, os ímãs temporários são criados a partir de materiais paramagnéticos, cujo magnetismo é momentâneo.

Já o eletroímã é um dispositivo que usa corrente elétrica para gerar um campo magnético. Geralmente, é composto por um núcleo de material ferromagnético, como ferro, envolvido por uma bobina de fio condutor (solenóide). Quando a corrente elétrica flui através do fio, um campo magnético é gerado, fazendo com que o núcleo atue como um ímã temporário.

Os ímãs artificiais mais utilizados são os de bário, carbonato de estrôncio e óxido de ferro. Os ímãs de Neodímio são, na atualidade, conhecidos como os mais poderosos do mundo.

Os ímãs apresentam algumas propriedades que os caracterizam, são elas:

- A capacidade de atrair alguns tipos de metais (Fig.4), sendo esta a propriedade mais comum de se observar.
- Os ímãs também são caracterizados pela presença de dois polos magnéticos, que são áreas onde o campo magnético é mais forte. Independentemente-



Figura 4 – Os ímãs podem atrair objetos metálicos.

Fonte: Coladaweb

mente da forma de um ímã, ele sempre possui polos magnéticos opostos, criando um plano ou superfície de simetria(Fig.5).



(a) Ímã em barra.

(b) Ímãs ferradura.

Figura 5 – Polos dos ímãs

Fonte: Compilado do autor

- Os ímãs possuem dois polos, o norte (N) e o sul (S) e estes polos são inseparáveis, diferentemente de cargas elétricas. Quando se parte um ímã, cada um dos pedaços resultantes passa a se comportar como um ímã independente, pois cada um deles possui um polo norte e um polo sul. Em outras palavras, não existem monopolos magnéticos(Fig.6).

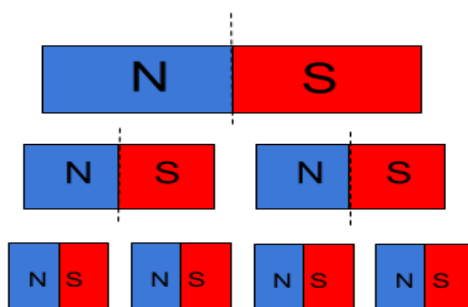


Figura 6 – Inseparabilidade dos polos magnéticos.

Fonte: Próprio autor

- Os polos magnéticos são responsáveis pelas atrações e repulsões entre ímãs(Fig.7). Quando os polos de dois ímãs diferentes se encontram, os de mesmo nome se repelem, enquanto os de nomes opostos se atraem.

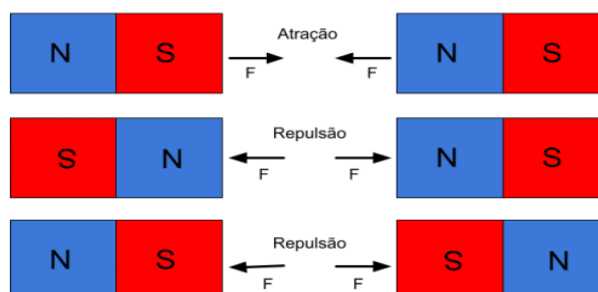


Figura 7 – Atração e repulsão entre ímãs.

Fonte: Próprio autor

Os nomes dados aos polos dos ímãs são denominados de acordo com os polos geográficos terrestres, pois quando um ímã pode se mover livremente, ele se alinha com os polos geográficos devido ao magnetismo da Terra. A Terra também se comporta como um ímã, e seu magnetismo está relacionado ao movimento do metal líquido em seu núcleo.

Os polos magnéticos da Terra estão localizados nas extremidades. Caso um ímã esteja livre para orientar-se com os polos da Terra, ele o fará de forma que seu polo norte (positivo) apontará para o polo sul magnético, enquanto seu polo sul (negativo) apontará para o polo norte magnético (Fig.8.)

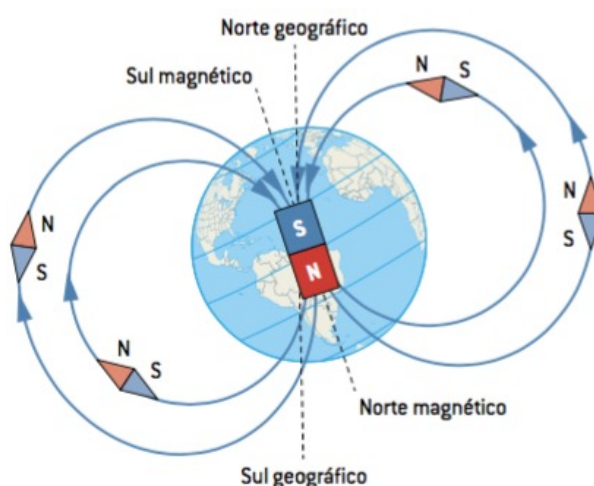


Figura 8 – Alinhamento de um ímã em barra com a Terra.

Fonte: Coladaweb

A bússola é um instrumento utilizado para orientar direções, baseado no campo magnético da Terra. Sua agulha magnetizada alinha-se naturalmente com o campo

magnético terrestre, apontando sempre na direção do norte magnético. No entanto, diversos fatores podem interferir no funcionamento da bússola, como a proximidade de objetos metálicos, correntes elétricas ou campos magnéticos externos.

Quando essas interferências estão presentes, a agulha da bússola tende a se alinhar com o campo magnético mais forte ou predominante, desviando-se do campo magnético terrestre e ajustando sua orientação de acordo com o novo campo (Fig. 9).

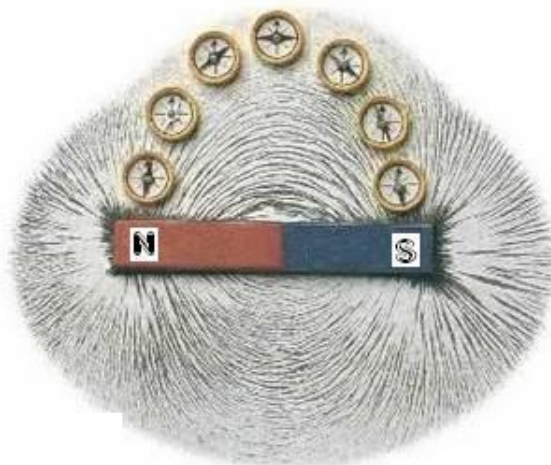


Figura 9 – Bússola orientada pelo campo magnético de um ímã.

3.4 O SURGIMENTO DO ELETROMAGNETISMO

O eletromagnetismo que conhecemos hoje surgiu com a “descoberta” feita por Hans Christian Oersted em 1820 com o experimento onde uma corrente elétrica passando por um fio condutor, gera um campo magnético que desvia a agulha de uma bússola, em outras palavras, estabeleceu a relação entre eletricidade e magnetismo. No entanto, essa descoberta é diminuída conforme relata Martins (1986):

...a contribuição de Oersted ao eletromagnetismo costuma ser minimizada, por dois motivos principais: (1) seu trabalho é geralmente descrito como uma descoberta casual (alguém outro que tivesse a sorte de colocar primeiro uma bússola perto de um condutor teria ganho a fama de descobridor do eletromagnetismo); (2) os aspectos quantitativos do fenômeno não foram desenvolvidos por Oersted, e sim por Ampère, Biot, Savart e outros. A análise cuidadosa desse episódio histórico mostra no entanto ser necessário muito mais do que sorte para a descoberta do eletromagnetismo, e que mesmo o estudo qualitativo do fenômeno, desenvolvido por Oersted, foi dificultado por uma série de idéias pré-concebidas existentes: as próprias propriedades de simetria do fenômeno eram extremamente revolucionárias, no contexto da época (MARTINS, 1986, p.89).

Há cerca de três séculos antes de Oersted, por observação, já se sabia que as bússolas eram perturbadas durante as tempestades e que a ação de raios podia inverter a sua polaridade. No século XVIII, foi documentado que raios podiam magnetizar objetos de ferro sem necessidade de atingi-los.

No início do século XIX, os cientistas acreditavam que havia uma relação entre a eletricidade e o magnetismo, mas não sabiam exatamente qual era. Eles usavam as semelhanças entre os fenômenos elétricos e magnéticos como guia para estabelecer uma analogia entre os polos norte e sul de um ímã e as cargas elétricas positivas e negativas. Esta analogia permitia-lhes associar um ímã a um dipolo elétrico, procurar interações entre estes e gerar com um deles os efeitos produzidos pelo outro.

Oersted fazia parte de uma tendência filosófica da filosofia natural (Naturphilosophie) que via o universo como um todo interativo e acreditava profundamente na unicidade e na possibilidade de transformação das forças naturais. Portanto, nada mais natural do que buscar uma origem comum para luz, calor, eletricidade e até magnetismo. Tudo o que era necessário era descobrir as condições sob as quais a conversão ocorreria (GARDELLI, 2004).

Neste contexto, Oersted conheceu a pilha de Volta, o que o intrigou e fez com que ele passasse a realizar experimentos fazendo o uso dela. Essa escolha não foi sem propósito, afinal experiências haviam mostrado que a passagem de corrente elétrica por um fio condutor fino, provoca aquecimento e emissão de luz nesse mesmo fio, e não através da ação eletrostática.

De acordo com Martins (1986), no início do século XIX, surgiu uma divisão de pensamento: enquanto alguns defendiam o fluido elétrico único, outros acreditavam em dois fluidos elétricos. Oersted acreditava na teoria de dois fluidos elétricos, que transportariam cargas positivas e negativas em sentidos opostos, ao longo de um único fio. Isso acarretaria um conflito entre as eletricidades, resultando em um movimento ondulatório de interrupções e restabelecimento do equilíbrio. Ao longo de cada segmento do fio condutor, ocorreriam repetidas separações e reuniões de cargas elétricas opostas, formando assim um ciclo contínuo de quebra e reposição do equilíbrio. De acordo com as palavras de Oersted que aparecem em seu livro de 1812:

a eletricidade se propaga “por um tipo de contínua decomposição e recomposição, ou melhor, por uma ação que perturba o equilíbrio em cada momento, e o restabelece no instante seguinte. Pode-se exprimir essa sucessão de forças opostas que existe na transmissão da eletricidade, dizendo que a eletricidade sempre se propaga de modo ondulatório” (MARTINS, 1986, p.96).

Após um trabalho persistente e rigoroso, Oersted conseguiu perceber o desvio da agulha magnética ao se aproximar de um fio condutor. Os resultados desta experiência foram publicados em 1820 em um artigo intitulado: *Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética*. Ele afirmava que era o conflito elétrico que desvia a agulha imantada para leste ou para oeste.

Oersted justificou o uso do termo “quebra de simetria aparente” com uma suposição que, segundo GARDELLI (2004),

... o conflito elétrico se manifestava sob a forma de dois turbilhões que circulavam em torno do fio, em sentidos opostos, sendo que um deles agia sobre o

pólo norte e o outro sobre o pólo sul da agulha imantada. E esse era o aspecto mais importante e revolucionário de seu trabalho, pois aparentemente violava a simetria envolvida no fenômeno, ou seja, o efeito magnético produzido pela corrente não era paralelo a ela. Embora a corrente elétrica fosse pensada como um fenômeno longitudinal no fio condutor, seu efeito apresentava um aspecto de rotação em torno do fio (GARDELLI, 2004, p.56).

Em aulas sobre eletromagnetismo, a discussão do experimento da agulha imantada de Oersted é um tema relevante para reflexão acerca da ciência. Ao abordar o contexto histórico em que o experimento foi realizado e suas influências, o professor e os alunos poderão ter uma visão mais profunda sobre o papel da experimentação na evolução científica. A mera explicação do experimento de Oersted como um acontecimento aleatório não é suficiente para fornecer aos alunos uma visão ampla e profunda sobre o assunto. Assim, a contextualização histórica e a análise dos elementos que contribuíram para a realização do experimento são essenciais para gerar uma reflexão sobre a ciência.

4 O PRODUTO EDUCACIONAL, METODOLOGIA E APLICAÇÃO

4.1 O PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional foi elaborado para auxiliar professores do Ensino Médio no ensino dos conceitos de eletromagnetismo utilizando os princípios da teoria da aprendizagem significativa, de modo a tornar o aprendizado mais prazeroso e eficaz, resgatando a curiosidade natural dos alunos. A sequência didática é composta por dois questionários, um aplicado no início e outro ao final das atividades, que servirão para a coleta de dados da pesquisa, além de quatro roteiros de experiências utilizando materiais de baixo custo.

A sequência descrita na Tabela 1 foi organizada para ser executada em oito encontros, sendo quatro de 40 minutos e quatro de 80 minutos. O primeiro encontro é destinado à aplicação de um questionário prévio. Nos dois encontros seguintes, de 80 minutos cada, os alunos realizarão as atividades envolvendo ímãs e bússolas (Atividades I e II). Após essas experiências, haverá uma aula expositiva de 40 minutos para discutir os conceitos observados. Os próximos dois encontros de 80 minutos serão dedicados às atividades relacionadas à interação entre corrente elétrica e campo magnético (Atividades III e IV). Um encontro de 40 minutos será reservado à formalização dos conceitos abordados, e o último encontro será destinado à aplicação de um questionário de conclusão.

Tabela 1 – Sequência didática planejada

| Encontro | O que foi visto | Tempo | Objetivo |
|----------|--------------------------------|--------|---|
| 1 | Questionário prévio | 40 min | Verificar os conhecimentos prévios sobre o eletromagnetismo |
| 2 | Atividade I – Motor Elétrico | 80 min | Montagem de circuito simples, relembrar o conceito de corrente convencional, identificação do ímã e sua importância para a atividade. |
| 3 | Atividade II – Bússolas e Ímãs | 80 min | Interação de bússola com a Terra, bússola com bússola, bússola com ímã, o que é bússola, campo magnético em ímãs, linhas de campo. |
| 4 | Aula expositiva | 40 min | Entendimento e formalização dos conceitos das duas atividades aplicadas anteriormente. |

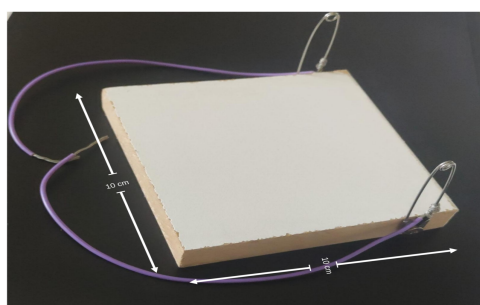
Continua na próxima página

Tabela 1 – Continuação da página anterior

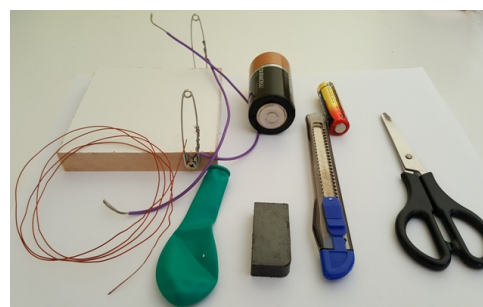
| Encontro | O que foi visto | Tempo | Objetivo |
|----------|---|--------|--|
| 5 | Atividade III – Campo Magnético em Condutores | 80 min | Corrente elétrica gera campo magnético, inversão do campo com inversão da corrente. |
| 6 | Atividade IV – Eletroímã | 80 min | Criação de ímãs usando corrente elétrica e material ferromagnético. |
| 7 | Aula expositiva | 40 min | Entendimento e formalização dos conceitos das duas atividades aplicadas anteriormente. |
| 8 | Questionário de conclusão | 40 min | Verificar os conhecimentos adquiridos, ou seja, o que mudou, o antes e depois das atividades sobre o eletromagnetismo. |

Na Atividade I, os alunos irão idealizar o funcionamento de um motor elétrico rudimentar. Para isso, utilizarão uma base quadrangular de MDF de 10 centímetros de lado e 1,5 centímetros de espessura, dois alfinetes de segurança, dois pedaços de fio de alumínio e dois pequenos parafusos (Fig. 10a). Além disso, precisarão de um pedaço de fio de cobre esmaltado, uma pilha de 1,5 volts e um ímã em barra (Fig. 10b). Os objetivos dessa atividade são:

- Relembrar conceitos de circuitos elétricos simples;
- Observar que o funcionamento do motor depende do ímã;
- Entender que a direção de rotação da bobina é influenciada pela posição do ímã.



(a) Base do motor



(b) Materiais

Figura 10 – Kit Atividade I

Fonte: Próprio autor

A Atividade II conecta-se à primeira por meio do ímã, que é o elo entre as experiências. Os alunos terão um kit que inclui uma pequena bússola, dois ímãs de ferrite, uma cartela de etiqueta, uma chapa de isopor, uma cartolina A4 e um pedaço de esponja de lã de aço. Os objetivos aqui são:

- Revisar os pontos cardeais;
- Verificar como os ímãs interferem no funcionamento das bússolas;
- Identificar os polos de um ímã;
- Verificar as propriedades dos ímãs (atração, repulsão, inseparabilidade dos polos magnéticos);
- Verificar a “visualização” das linhas de campo magnético.

Na Atividade III, os estudantes investigarão a criação de um campo magnético a partir da passagem de corrente elétrica em um fio condutor. Para isso, utilizarão como Kit (Fig. 11): uma plataforma quadrangular de isopor de 20 cm de lado e 3 cm de espessura (Fig. 11a), uma cartolina do mesmo tamanho, 50 cm de fio rígido, uma pilha de 1,5 V, uma bobina de papel e uma pequena bússola (Fig. 11b). Os principais objetivos dessa atividade são:

- Verificar que a passagem de corrente elétrica em um condutor gera campo magnético;
- Verificar que em um fio reto, o campo magnético é formado por linhas concêntricas ao redor daquele;
- Verificar que o sentido do campo magnético gerado depende do sentido da corrente no fio;
- Compreender o conceito de eletromagnetismo.



(a) Plataforma



(b) Materiais

Figura 11 – Kit Atividade 3

Fonte: Próprio autor

Por fim, a Atividade IV consiste na construção de um eletroímã. Os alunos usarão materiais como fio rígido, uma pilha de 1,5 V, um parafuso, um pedaço de cortiça e alguns cliques de papel. Este experimento proporcionará uma compreensão prática

da relação entre corrente elétrica e campo magnético, mostrando como a corrente elétrica pode gerar um campo magnético. Os objetivos dessa atividade incluem:

- Reforçar o conceito de eletromagnetismo;
- Verificar que podemos criar um ímã e que este pode ser “ligado” e “desligado”;
- Verificar que o material do núcleo do solenóide interfere no funcionamento do eletroímã;
- Verificar que quanto mais enrolar o fio no parafuso, mais intenso será o eletroímã.

Essas quatro atividades têm como objetivo trazer aos estudantes mais possibilidades de adquirir e reforçar os conceitos básicos de magnetismo e eletromagnetismo, estimulando a curiosidade e o aprendizado prático.

4.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia deste trabalho consistiu na aplicação de questionários discursivos como principal ferramenta de coleta de dados, proporcionando aos estudantes a oportunidade de expressarem suas percepções e conhecimentos. A seguir, são apresentados os principais aspectos da metodologia utilizada.

4.2.1 Contextualização da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual localizada no município de Florianópolis (SC). A escola é conveniada, com os períodos matutino e vespertino sob a responsabilidade do Município (ensino fundamental) e o período noturno sob a responsabilidade do Estado (ensino médio). Em 2018, o ensino médio da escola contava com 121 alunos distribuídos em duas turmas de primeiro ano, duas de segundo ano e uma turma de terceiro ano. A infraestrutura da escola incluía uma quadra poliesportiva, uma biblioteca, e uma sala de informática equipada com 16 computadores e 3 projetores. A sequência didática foi aplicada na turma do terceiro ano, composta por 28 estudantes, sendo 15 meninas e 13 meninos, com idades entre 17 e 19 anos. A escolha dessa turma foi baseada no comprometimento e coesão dos alunos, além do tema abordado fazer parte do planejamento anual do professor.

4.2.2 Elaboração e Aplicação dos Questionários

Os questionários, desenvolvidos especificamente para esta pesquisa, foram aplicados em dois momentos distintos para avaliar o progresso dos alunos:

- Questionário Prévio (Apêndice A): aplicado antes das atividades, com o objetivo de identificar o nível de conhecimento inicial dos alunos sobre o tema proposto;
- Questionário de Conclusão (Apêndice F): aplicado após a realização das atividades, visando avaliar o aprendizado adquirido ao longo da sequência didática.

Algumas questões foram propositalmente repetidas em ambos os questionários, com o intuito de facilitar a comparação das respostas e mensurar a evolução do conhecimento dos alunos ao longo do processo.

4.2.3 Critérios de Avaliação das Respostas

A análise das respostas foi realizada de maneira qualitativa, concentrando-se na coerência das respostas com os conceitos físicos abordados. Como as respostas eram discursivas, foram estabelecidos três níveis de avaliação para classificá-las:

- Certo (C): a resposta foi considerada correta se apresentasse pelo menos três palavras-chave ou expressões equivalentes, que indicassem uma explicação adequada conforme os conceitos da literatura;
- Quase certo (Q): a resposta foi considerada parcialmente correta quando apresentava alguma compreensão, mas continha erros ou lacunas que comprometiam a explicação do conceito físico;
- Errado (E): a resposta foi classificada como incorreta quando não incluía elementos que se aproximassem do conceito correto ou continha termos que distorciam o entendimento do fenômeno. Mesmo que algum termo relevante fosse citado, o uso inadequado poderia invalidar a resposta.

Esses critérios permitiram uma avaliação comparativa eficaz entre o questionário prévio e o questionário de conclusão, proporcionando uma visão clara sobre a evolução do conhecimento dos estudantes ao longo das atividades.

4.2.4 Divisão de Grupos e Análise das Respostas

A sequência foi planejada para ser realizada em grupos, preferencialmente em trios. A formação dos grupos seguiu o critério de afinidade entre os integrantes, buscando estimular a colaboração e criar um ambiente de apoio mútuo durante a execução das atividades.

4.3 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido foi planejado para ser aplicado em turmas de terceiro ano do ensino médio, com foco preferencial no ensino público. Essa escolha

se justifica pela carência de laboratórios adequados e pela intenção de despertar o interesse dos alunos pela disciplina de Física. A implementação adotou uma abordagem qualitativa, priorizando as interações entre alunos, conteúdos e atividades propostas. Para garantir a efetividade da aplicação, alguns fatores devem ser considerados:

- O professor tem que ter a conhecida "aula faixa", que são dois horários seguidos de aulas;
- A turma já tem que ter visto o conteúdo de eletricidade (corrente elétrica, resistor, associação de resistores, gerador e circuito elétrico simples);
- A turma tem que ser dividida em duplas ou trios.

A escolha por atividades em grupo visa promover uma melhor interação entre os alunos, incentivando a ajuda mútua entre os integrantes. Recomenda-se que os grupos não tenham mais do que três integrantes, pois os aparelhos experimentais utilizados são compactos, e um número excessivo poderia dificultar a participação ativa de todos.

A aplicação do produto educacional ocorreu em seis encontros durante o período regular de ensino. O primeiro e o último encontros tiveram uma duração de quarenta minutos, enquanto os encontros intermediários tiveram oitenta minutos cada.

No primeiro encontro, os alunos foram encaminhados para a sala informatizada, onde responderam individualmente a um questionário prévio composto por treze questões (Apêndice A). A primeira questão foi projetada para que os alunos se "identificassem," enquanto as demais abordaram suas concepções prévias sobre o tema eletromagnetismo. A identificação foi fornecida no momento da formação do grupo, como por exemplo: A-1: grupo A, aluno 1.

Todas as perguntas sobre conhecimentos prévios eram discursivas, permitindo que os alunos expressassem o que sabiam, ao contrário de perguntas de múltipla escolha, que poderiam levar a respostas aleatórias.

No segundo encontro, com os alunos já organizados em grupos, foi entregue a primeira atividade: Atividade I – Motor Elétrico (Apêndice B), juntamente com os materiais necessários para sua realização (Fig. 12). Nesta atividade, os grupos deveriam montar uma bobina com fio de cobre (Fig. 13) para construir um motor elétrico simples, seguindo um roteiro fornecido. Nesta atividade, o funcionamento do motor elétrico só é possível devido à presença de um ímã e sua posição sob a bobina; logo, o ímã é a conexão para a próxima atividade.

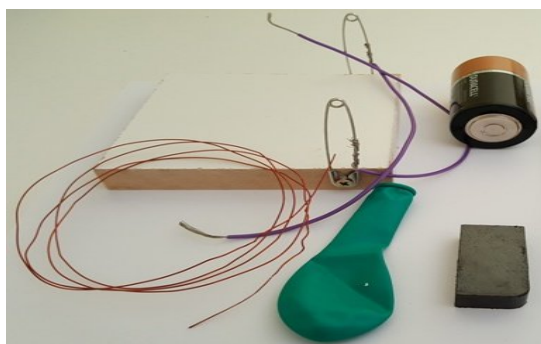


Figura 12 – Materiais

Fonte: Próprio autor

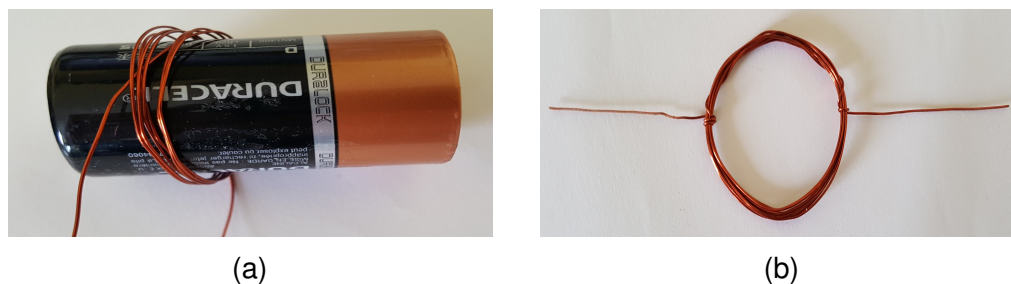


Figura 13 – Fazendo a bobina.

Fonte: Próprio autor

O objetivo dessa atividade era que os alunos compreendessem que o funcionamento do motor elétrico depende de um ímã, e que a posição deste em relação à bobina determinará se ela girará ou não. Os alunos deveriam observar que, para a bobina girar, era necessário o uso do ímã; dependendo da posição deste sob a bobina, ela poderia girar no sentido horário, anti-horário ou permanecer parada.

Durante a atividade, alguns grupos enfrentaram dificuldades para construir a bobina, que exigia a raspagem das extremidades do fio para funcionar adequadamente. Nesses casos, novos materiais foram fornecidos para tentativas adicionais, e os alunos que não conseguiram sucesso contaram com intervenções que resultaram na montagem correta da bobina. Um dos grupos, embora tenha completado toda a atividade, não conseguiu fazer o motor funcionar. Outro grupo conseguiu realizar apenas a primeira parte da atividade devido a dificuldades na montagem da bobina.

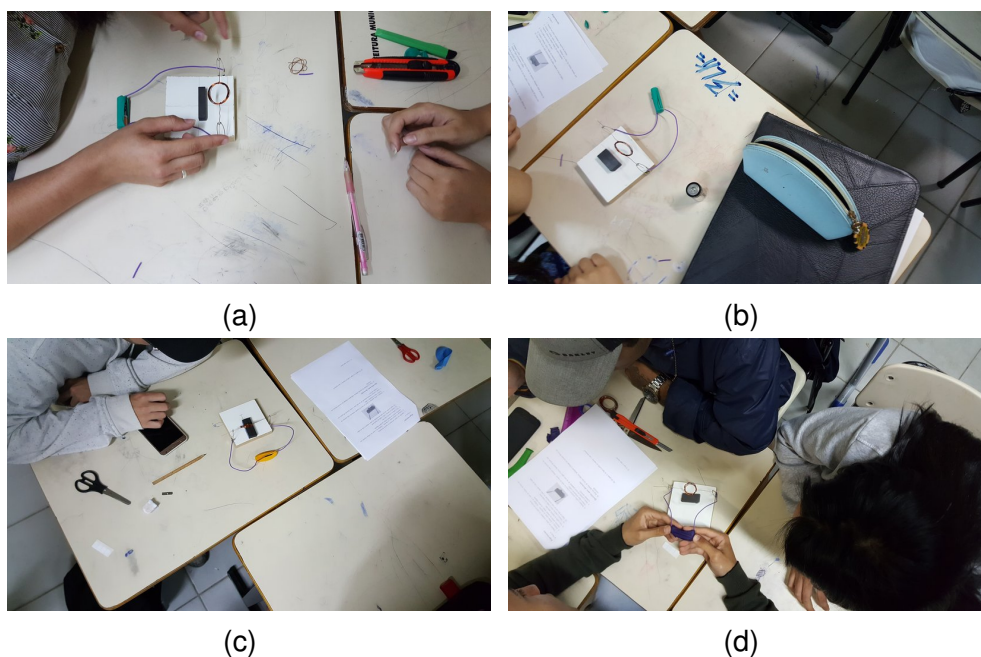


Figura 14 – Estudantes realizando Atividade I

Fonte: Próprio autor.

No terceiro encontro, a sessão foi dividida em dois momentos. No primeiro, com

duração de 15 minutos, foi exibido um vídeo de autoria própria que demonstrava a parte experimental da Atividade I. Após a exibição, os alunos puderam tirar dúvidas e participaram de uma exposição teórica sobre a atividade realizada no encontro anterior. No segundo momento, foi desenvolvida a Atividade II – Bússola e Ímãs (Apêndice C), para a qual foram entregues o roteiro e os materiais. O objetivo dessa atividade era explorar as interações entre bússola e Terra, bússola e bússola, e bússola e ímã.

Todos esses elementos e suas interações compartilham um aspecto comum: o magnetismo. Os alunos puderam observar as propriedades de atração e repulsão, o conceito de polos e campos magnéticos, além de visualizar as linhas do campo magnético. Nesse experimento, nenhum dos grupos encontrou dificuldades em realizar o que foi proposto, embora tenham apresentado algumas dificuldades na interpretação das instruções.

O quarto encontro também foi dividido em dois momentos. Na primeira parte, com duração de 20 minutos, foi abordada a teoria relacionada à Atividade II. Em seguida, desenvolveu-se a Atividade III – Campo Magnético em Condutor (Apêndice D). Como nas atividades anteriores, foram entregues o roteiro e os materiais.

Durante a primeira parte da atividade, a maioria dos grupos não compreendeu claramente o que estava sendo solicitado. Após alguns esclarecimentos, conseguiram concluir essa fase. No entanto, na segunda parte, nenhum dos grupos conseguiu perceber o campo magnético no solenoide. É possível que essa não visualização tenha ocorrido devido à baixa carga das pilhas utilizadas no experimento.

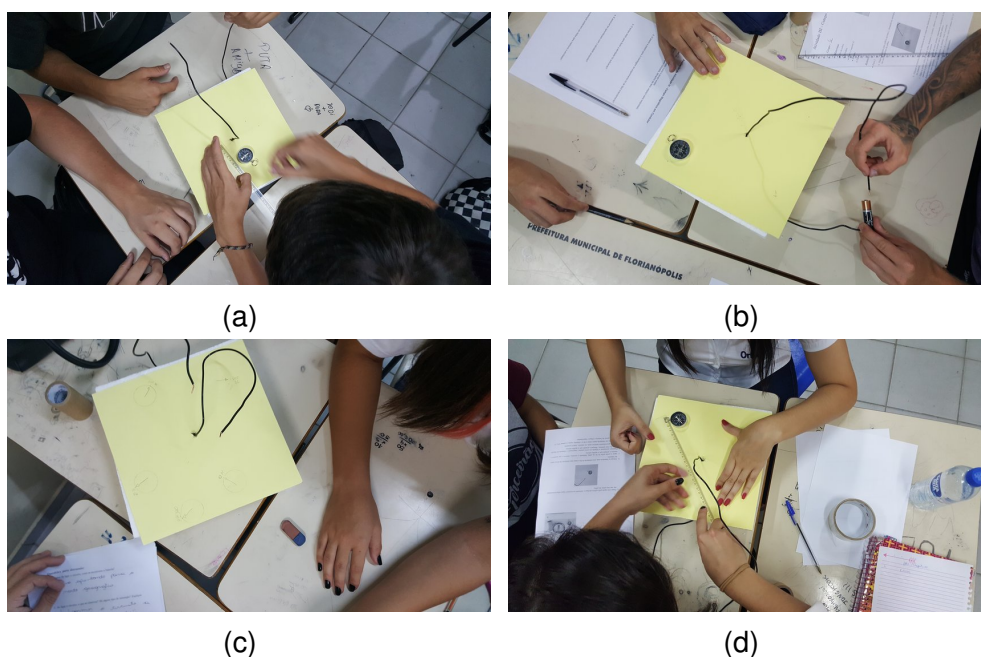


Figura 15 – Estudantes realizando Atividade III

Fonte: Próprio autor.

O quinto encontro foi novamente dividido em dois momentos. Na primeira parte,

com duração de 30 minutos, foi realizada uma abordagem teórica sobre o campo magnético em um condutor percorrido por corrente elétrica. No segundo momento, foi desenvolvida a Atividade IV – Eletroímã (Apêndice E). Como nas atividades anteriores, foram fornecidos os materiais e o roteiro. O objetivo dessa atividade era a construção de um eletroímã, cujo funcionamento adequado dependia do material utilizado no interior do solenoide. Essa atividade foi realizada com certa facilidade pelos grupos, provavelmente devido ao fato de já terem construído o solenoide na Atividade III.

No sexto e último encontro, os alunos foram novamente encaminhados para a sala informatizada para responderem a um questionário de conclusão (Apêndice F), que continha algumas perguntas diferentes das do questionário prévio.

Nesta aplicação, os alunos mostraram bastante interesse nas atividades e sentiram-se motivados para a realização dos experimentos. Devido a essa receptividade, foi planejada uma reaplicação da sequência em outra turma de terceiro ano, com o objetivo de comparar os resultados entre as duas aplicações. Contudo, em decorrência de alguns imprevistos ocorridos na escola, durante a segunda aplicação, só foi possível realizar parte das atividades. As mudanças feitas nessa segunda aplicação e as dificuldades encontradas serão discutidas ao final do próximo capítulo, no tópico Considerações Finais.

5 ANÁLISE, DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES

5.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de um produto educacional é um processo complexo que busca constantemente aprimorar a participação ativa do aluno, com o objetivo principal de promover a sua aprendizagem. Nesse contexto, este trabalho tem como base a teoria de aprendizagem significativa através da utilização de experimentos com materiais de baixo custo.

A aprendizagem significativa ocorre, conforme Ausubel:

“quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outra com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia para assim proceder” (AUSUBEL, 2003, pg.23).

Em outras palavras, a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos interagem com conceitos prévios já existentes na mente do aluno, tornando a aprendizagem mais significativa e duradoura.

A utilização de laboratórios de baixo custo pode ser uma estratégia para professores estimularem seus estudantes a experimentar conceitos em um ambiente prático. De acordo com (GRASSELLI; GARDELLI, 2014), e observado em nossa prática docente, os alunos enfrentam obstáculos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física, principalmente devido à dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados por eles, o que torna difícil estabelecer um vínculo entre a teoria e a prática, gerando assim, desinteresse e aversão à disciplina.

Conforme descrito no capítulo anterior, dois questionários foram aplicados para avaliar o progresso dos alunos: o Questionário Prévio (Apêndice A), antes das atividades, e o Questionário de Conclusão (Apêndice F), após a sequência didática. Algumas perguntas foram repetidas em ambos os momentos para facilitar a comparação e mensurar o aprendizado ao longo do processo.

A análise das respostas dos alunos foi realizada de forma qualitativa, com base em três níveis de avaliação: Certo (C), Quase Certo (Q) e Errado (E). Esses níveis foram estabelecidos para classificar a coerência das respostas dos estudantes com os conceitos físicos abordados.

No nível Certo (C), a resposta é considerada correta quando o aluno inclui pelo menos três palavras-chave ou expressões que indicam uma compreensão clara do conceito. Por exemplo, na Tab. 2, o estudante "C3" utilizou as expressões "aquilo que atrai e repele", "ferro" e "campo magnético", demonstrando uma compreensão satisfatória.

No nível Quase Certo (Q), a resposta apresenta algum entendimento, mas contém erros ou lacunas. Por exemplo, na resposta do estudante "C3" no questionário

prévio, ele utilizou a expressão "aquele negócio que puxa alguma coisa para si", o que indica uma tentativa de se aproximar do conceito, mas sem a precisão necessária.

Por fim, no nível Errado (E), a resposta é classificada como incorreta quando o aluno não apresenta elementos que indiquem compreensão suficiente do conceito, ou quando utiliza termos de maneira equivocada, comprometendo o entendimento.

As atividades foram realizadas na mesma turma de terceiro ano do ensino médio mencionada anteriormente, composta por 28 alunos. No entanto, três estudantes não responderam ao questionário de conclusão, e, portanto, para a análise comparativa, foram consideradas as respostas de 25 alunos que completaram tanto o questionário prévio quanto o de conclusão. Os alunos foram organizados em trios, com exceção de um grupo formado por quatro integrantes, para facilitar o desenvolvimento das atividades.

A seguir apresentam-se as tabelas e os gráficos comparativos das transcrições das respostas dos alunos (Al.) as perguntas coincidentes nos questionários (Prévio e Conclusão) e suas avaliações (Avl.).

Para começarmos nossa análise, a primeira pergunta proposta buscou verificar o que os estudantes sabiam sobre os ímãs e seu funcionamento, conforme tabela abaixo (Tab. 2).

Tabela 2 – Questão: O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona?

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|--|------|
| A1 | se atrai com o polo contrário de outro ímã | [Q] | ímã é um instrumento onde consiste em 'atrair' objetos de metal. | [C] |
| A2 | um ímã exerce do uso da força 'magnética' para atrair metal | [Q] | um pedaço de metal, eletrizado naturalmente ou artificialmente q contem dois polos, sul e norte, q atraem matérias metálicos | [Q] |
| A3 | ele funciona tipo uma atração um com o outro | [Q] | o funcionamento do ímã funciona como uma corrente elétrica onde ele transmite potência para objetos metálicos, como ferro | [Q] |
| B1 | não | [E] | não | [E] |
| B2 | não | [E] | são dois polos norte e sul que nunca se dividem e criam um campo magnético | [C] |
| B3 | e um metal que gera um campo estático | [Q] | é um objeto que gera um campo eletromagnético com 2 polos | [C] |

Continua na próxima página.

Tabela 2 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|---|------|
| C1 | Acredito que um ímã é quando as energias se juntam entre si se tornando apenas um. . . . | [E] | Ímã é um condutor elétrico. Ele tem o polo norte e o polo sul, ele tem um campo magnético que atrai energia. | [E] |
| C2 | mais ou menos, não lembro muito bem, porém, lembro de já ter estudado sobre o assunto | [E] | um ímã é formado pelo polo norte e sul, ambos nunca se separam | [Q] |
| C3 | ímã é aquele negócio que puxa alguma outra coisa para si. mas isso apenas se eles forem de “sinais” opostos | [Q] | ímã é aquilo que atrai e repele matérias de ferro. ele funciona em função do campo magnético | [C] |
| D1 | uma pedra eletromagnética. ele é atraído por um outro campo magnético | [C] | é uma pedra magnetizada e funciona com os polos sul e norte da terra | [Q] |
| D2 | ele junto uma coisa a outra por pressão | [E] | é uma pedra magnética, não | [Q] |
| D3 | É um aparelha que se liga em algumas coisas, como por exemplo a geladeira, não | [E] | Um ímã é um campo magnético, ele funciona quando colocamos outro campo ao lado ou em cima | [Q] |
| E1 | sim, o ímã atrai o metal por causa das forças serem diferentes | [Q] | é um objeto que forma corrente elétrica ao seu redor | [Q] |
| E2 | NÃO | [E] | não sei explicar | [E] |
| E3 | é um objeto magnético, ele puxa ou afasta outros objetos feitos de materiais específicos | [C] | É um metal que cria em sua volta um campo magnético, ele possui duas faces, uma que atraem certos materiais e outra que repele. | [C] |
| F1 | Algo que atrai | [E] | o ímã possui dois polos (positivo e negativo) | [Q] |
| F2 | não saberia explicar | [E] | Imã é algo usando para atração, possui dois polos, Norte e Sul. É o principal elemento para o funcionamento de uma bússola. | [Q] |
| F4 | um ímã é um negócio que atrai metal | [Q] | é um objeto que consegue atrair um metal | [Q] |

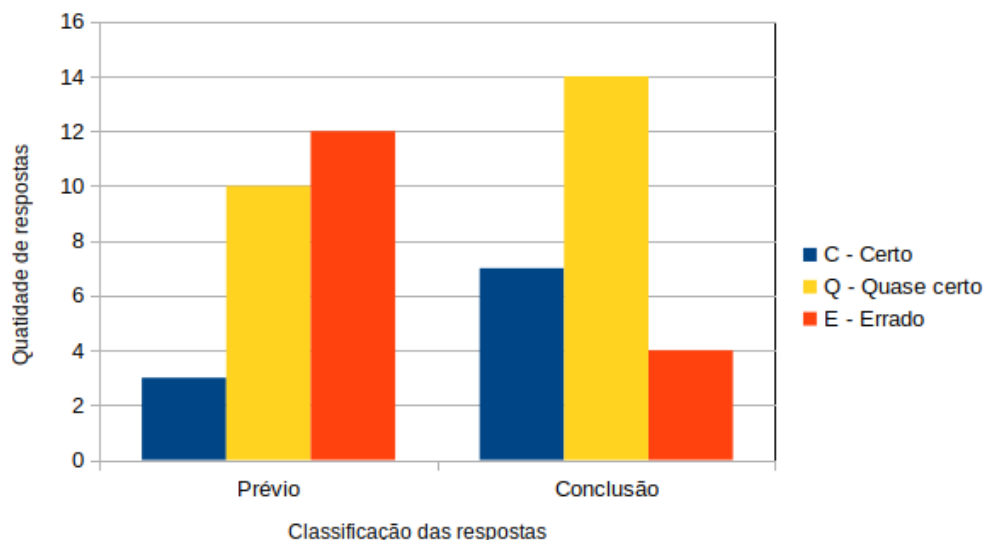
Continua na próxima página.

Tabela 2 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|--|------|--|------|
| G1 | É um metal ionizado que pode ter mudança em sua ação conforme seu polo | [Q] | Um ímã é um objeto que dependendo do seu polo pode atrair ou repelir algum metal, não se pode ter um ímã monopolo | [Q] |
| G2 | ímã é um equipamento que serve para grudar dois lados | [E] | é uma 'pedra' que de um lado contém atração e do outro lado contém repulsão | [Q] |
| G3 | um ímã é algo que tem uma certa força de atração, não | [Q] | um ímã é um objeto que tem dois polos diferentes um polo sul e um polo norte dependendo do polo usado o ímã pode atrair ou repelir | [Q] |
| H1 | polos negativos e positivos, capazes de atrair ou repelir | [Q] | São polos norte e sul, usados para atrair | [Q] |
| H3 | Algo que atrai, ele atrai e junta suas partes | [E] | é um objeto magnético de atração e possuem dois polos, polo sul e polo norte e funciona através da atração | [C] |
| I1 | colar | [E] | algo que cola no metal | [E] |
| I3 | O ímã é uma peça polarizada com lado positivo e negativo. Ele funciona utilizando o magnetismo | [C] | O ímã é um objeto que possui magnetismo em seus lados, um norte e outro sul. Ele atrai objetos metálicos através do magnetismo | [C] |

Ao analisarmos o gráfico abaixo (Fig. 16), podemos verificar que antes da realização das atividades, 12% dos estudantes apresentaram uma resposta correta, 40% apresentaram uma resposta quase certa e 48% dos estudantes apresentaram uma resposta que não se enquadra na questão. Após a realização das atividades, passa a 27% a quantidade de respostas corretas (portanto, mais que o dobro da situação anterior), subiu para 54% as respostas quase certas e verificou-se uma queda para 32% nas respostas consideradas erradas.

Figura 16 – O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona?



Fonte: Próprio autor (2023).

Ao compararmos as respostas dadas, podemos verificar que quatro estudantes não apresentaram uma melhora em sua resposta, segundo a nossa avaliação (linhas *B1*, *C1*, *E2* e *I1*). Um deles não pode concluir se aprendeu algo sobre os ímãs, pois apenas registrou não ser capaz de expressar o que aprendeu (linha *E2*). Sobre outros dois (linhas *C1* e *I1*), ainda que avaliados como “E” conforme nosso padrão, adicionaram conceitos aparentemente aprendidos durante a aplicação do produto às respostas em que replicam conceitos (incorretos) já registrados na Prévia.

Nas próximas questões, buscamos verificar junto aos estudantes, os seus conhecimentos sobre as bússolas e sua utilidade, sobre seu funcionamento e o que pode causar interferência em seu funcionamento.

Começando com a questão: "O que é uma bússola e para que serve?", segue tabela abaixo (Tab. 3).

Tabela 3 – Questão: O que é uma bússola? Para que serve?

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|--|------|
| A1 | aponta os para os polos do planeta, achar os polos do planeta | [Q] | Um instrumento para localizar com precisão onde ficar o 'Norte'. | [C] |
| A2 | um 'objeto' de navegação, com propriedades magnéticas, revelando assim a 'direção'. | [C] | um aparelho q aponta para o norte, serve para se orientar | [C] |

Continua na próxima página.

Tabela 3 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|---|-------------|--|-------------|
| A3 | para redirecionar nossos caminhos exemplo leste oeste e dentro outros | [Q] | Para que possamos identificar a localização de sul , leste e dentro outros | [C] |
| B1 | acho que para se localizar, | [Q] | e um instrumento q sempre aponta para o norte | [C] |
| B2 | serve pra nos direcionar | [Q] | serve pra mostrar a localização da terra | [C] |
| B3 | e um objeto que utiliza os campos gravitacionais para marcar o norte,sul,leste e oeste | [Q] | é um objeto que utiliza campos eletromagneticos como principal energia para poder marcar o norte | [C] |
| C1 | Para indicar onde é o sul, o leste, o norte e oeste. | [Q] | Bússola é um aparelho que usamos para ver onde estamos localizados e saber as direções da terra, ex: sul, norte, leste, oeste... | [C] |
| C2 | serve para saber inde estamos, em que direção queremos seguir | [Q] | uma Bussola é um dispositivo que indica os polos norte e sul da terra | [C] |
| C3 | é aquele aparelho que indica o norte o sul o leste o oeste ... serve para nos localizarmos e sabermos onde ir | [Q] | é aquilo que mostra as coordenadas da terra, tipo norte, sul... serve para nos localizarmos | [C] |
| D1 | é parecido com relógio com ponteiro mas serve para se localizar | [Q] | uma bússola é um objeto magnetizado que serve para a indicação para informar sua localização norte sul | [C] |
| D2 | acho que é algo redondo para ver para onde vai | [Q] | é um objeto utilizado para saber onde esta o norte, sul, leste, oeste e assim por diante | [C] |
| D3 | É tipo um guiador, como GPS, mais, mais antigo, para guiar | [Q] | Uma bussola é uma guia para te ajudar | [Q] |
| E1 | é um objeto para se localizar | [Q] | é um objeto que mostra a direção sempre apontando para norte | [C] |
| E2 | é um navegador de localização de lugar | [Q] | uma bússola serve para indicar os polos | [Q] |

Continua na próxima página.

Tabela 3 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|--|------|---|------|
| E3 | É um objeto magnético, serve para apontar o norte | [C] | É um objeto que é atraído pelo imã da terra, serve para indicar o norte, ela sempre irá apontar para o norte. | [C] |
| F1 | É algo que usamos para nos guiar. | [Q] | bússola é um instrumento que auxilia na localização. Ela serve para se direcionar no mar, florestas, entre outros. | [Q] |
| F2 | bússola é um instrumento usado para se direcionar | [Q] | A bússola é utilizada para a localização. Onde sua agulha está magnetizada para o Norte. | [C] |
| F4 | bússola é algo para vermos em que sentido estamos, | [Q] | a bússola serve para localizar o sentido em que você está | [C] |
| G1 | Uma bussola é um objeto onde seus ponteiros são movidos conforme ele sente os polos da terra e serve para mostrar os principais polos da terra | [Q] | bussola é um objeto que interage com os polos magneticos da terra, sendo o polo norte da bussola apontando para o polo sul magnetico da terra | [C] |
| G2 | é um meio de se localizar vendo os quatro lados, norte, sul, leste e oeste | [Q] | serve para nos localizar no mapa, encontrando a direção certa, para o norte ou para o sul | [C] |
| G3 | bússola é um item que nos ajuda a nos acharmos no caso de estarmos perdidos ou quisermos achar um rumo para certa rota,muito usada por marinheiros | [Q] | a bussola é um objeto que indica todos as direções que podemos usar para nos localizar | [Q] |
| H1 | é um imã, serve para guiar/localizar | [C] | Bússola é objeto de orientação, onde sua agulha se encontra ligada a um imã | [C] |
| H3 | Localizador, para que as pessoas usam para se localizar | [Q] | bussola é um objeto geográfico que serve para identificar a direção da terra, sua agulha sempre aponta para direção norte da terra | [C] |
| I1 | para se localizar | [Q] | serve para nos direcionar | [C] |

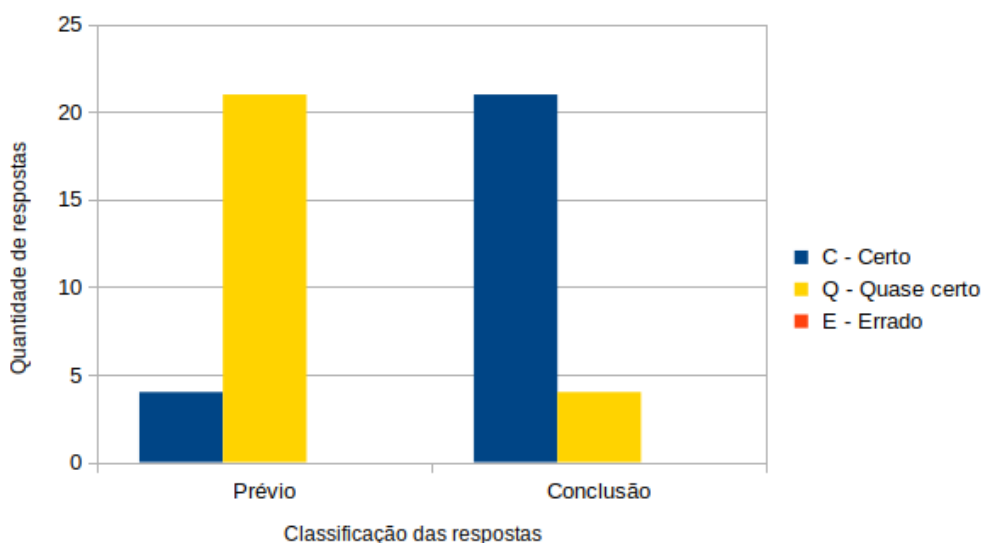
Continua na próxima página.

Tabela 3 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|--|------|
| I3 | Uma bússola é um aparelho que serve para localização geográfica. Ele utiliza do campo magnético da terra para mostrar os pontos cardeais. | [C] | É um objeto utilizado para orientação geográfica. Para seguir direções | [C] |

Nesta questão vemos que 16% estudantes (Fig. 17) apresentaram uma resposta correta antes das atividades, enquanto que os demais apresentaram uma resposta satisfatória, porém com falhas. Entretanto 84% estudantes apresentaram uma resposta correta após as atividades e mesmo entre aqueles que apresentaram uma resposta quase certa foi possível notar uma melhora na qualidade das respostas apresentadas.

Figura 17 – O que é uma bússola? Para que serve?



Fonte: Próprio autor (2023).

A tabela abaixo (Tab. 4) apresenta com mais visibilidade a melhora nas respostas dos estudantes após as atividades. Ao compararmos as respostas dos estudantes (linhas D1, F2 e G1), além de passarem de uma resposta quase certa para correta, observamos que ocorreu uma melhora na elaboração das mesmas, como a inserção de conceitos aprendidos na aplicação. Já o estudante (linha E3) apresentou respostas corretas em ambos os questionários, no entanto, assim como os outros estudantes, este também apresentou uma melhora na resposta dada.

Tabela 4 – Comparativo de respostas sobre o que são as bússolas.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|--|-------------|---|-------------|
| D1 | é parecido com relógio com ponteiro mas serve para se localizar | [Q] | uma bússola é um objeto magnetizado que serve para a indicação para informar sua localização norte sul | [C] |
| E3 | É um objeto magnético, serve para apontar o norte | [C] | É um objeto que é atraído pelo ímã da terra, serve para indicar o norte, ela sempre irá apontar para o norte. | [C] |
| F2 | bússola é um instrumento usado para se direcionar | [Q] | A bússola é utilizada para a localização. Onde sua agulha está magnetizada para o Norte. | [C] |
| G1 | Uma bussola é um objeto onde seus ponteiros são movidos conforme ele sente os polos da terra e serve para mostrar os principais polos da terra | [Q] | bussola é um objeto que interage com os polos magneticos da terra, sendo o polo norte da bussola apontando para o polo sul magnetico da terra | [C] |

Como houve uma melhora na elaboração das respostas, com a inserção de conceitos aprendidos na aplicação, isso sugere que os alunos foram capazes de relacionar os novos conceitos com seus conhecimentos prévios e aplicá-los de forma mais eficaz, o que pode ser um exemplo de aprendizagem significativa.

A questão na sequência é sobre o princípio em que está baseado o funcionamento das bússolas (Tab. 5).

Tabela 5 – Questão: Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento?

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| A1 | magnetismo ao assim | [C] | Nos polos da terra | [Q] |
| A2 | baseado nos 'polos' | [Q] | magnetismo | [C] |
| A3 | não | [E] | não sei explicar | [E] |
| B1 | ela a ponta sempre pro norte | [E] | magnetismo | [C] |
| B2 | no mercúrio | [E] | no campo magnético que a terra cria | [Q] |

Continua na próxima página.

Tabela 5 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|---|------|
| B3 | é um aparelho que situa sua localização baseada no campo gravitacional | [E] | utiliza os polos para locomover | [E] |
| C1 | Alguma coisa a ver com atração, gravidade, terra, energias. . . . | [E] | Está baseado no campo magnético da terra. | [Q] |
| C2 | não saberia | [E] | está baseado principalmente nos seus dois polos(norte e sul) | [Q] |
| C3 | baseado na lua e no campo magnético que ela faz | [Q] | baseado no campo magnético terrestre. A bússola aponta para o norte geográfico | [Q] |
| D1 | campo magnético | [C] | no magnetismo entre os polos | [Q] |
| D2 | norte, sul, leste, oeste | [E] | ela funciona sempre apontando para o norte | [Q] |
| D3 | Não | [E] | Ele funciona normal | [E] |
| E1 | não | [E] | sim | [E] |
| E2 | não | [E] | campo magnético | [C] |
| E3 | Não | [E] | Está baseado no magnetismo da terra, que é influenciado pelo centro da terra. | [Q] |
| F1 | Por conta de um ímã | [C] | a bússola aponta para o norte geográfico | [Q] |
| F2 | não muito | [E] | Está baseado nos campos magnéticos da terra e os ímãs. | [C] |
| F4 | agora não me lembro | [E] | com o magnetismo da terra | [Q] |
| G1 | Na localização dos polos da terra onde se tem norte e sul como mais e menos ionizados | [Q] | no campo magnético da terra, onde ela funciona com seu norte geográfico apontado para o polo sul magnético da terra | [Q] |
| G2 | não saberia | [E] | não me recordo no momento | [E] |
| G3 | infelizmente não | [E] | a bússola aponta para o norte por conta do campo eletromagnético da terra | [Q] |
| H1 | magnetização | [C] | No ímã | [C] |
| H3 | Em ajudar a localização | [E] | para localização | [E] |
| I1 | Não | [E] | não sei | [E] |

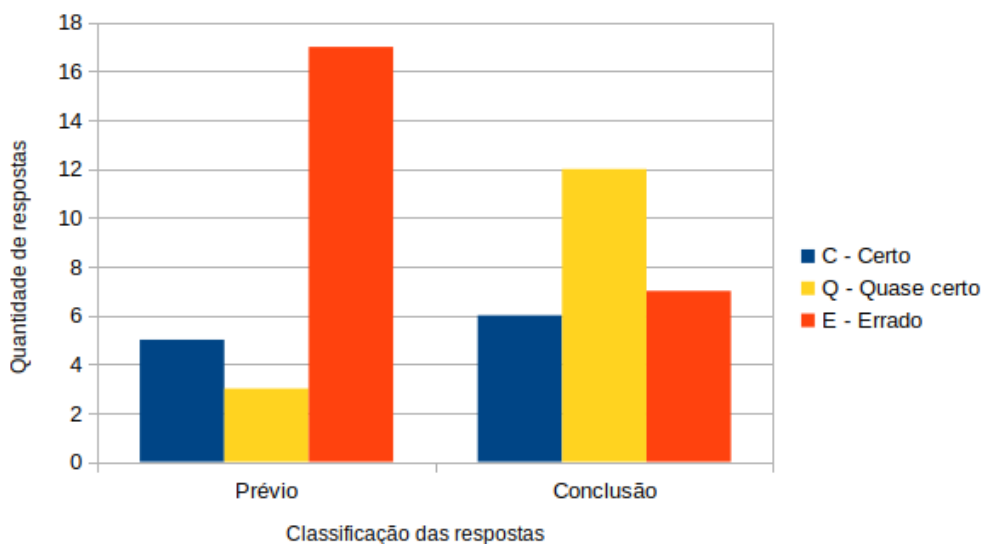
Continua na próxima página.

Tabela 5 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|-----------------------------------|------|---|------|
| I3 | Se baseia no magnetismo da terra. | [C] | Nos polos magnéticos da terra, que atraem o ponteiro da bússola | [C] |

Com base no gráfico abaixo (Fig. 18), pode-se notar uma melhora nos acertos tanto antes quanto após a realização das atividades. As respostas incorretas diminuíram de 68% para 28%, enquanto as respostas quase corretas aumentaram de 12% para 48%. Além disso, as respostas corretas tiveram um aumento de 20% para 24%.

Figura 18 – Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento?



Fonte: Próprio autor (2023).

Os dados do gráfico mostram que houve uma melhora no índice de acertos. Embora tenha havido uma melhoria nas respostas individuais, corroborando com a teoria da aprendizagem significativa, esperava-se um aumento maior no número de respostas corretas, especialmente considerando-se que uma das atividades tratava da interação entre ímãs e bússolas.

A próxima tabela (Tab. 6), refere-se ao que pode atrapalhar o funcionamento de uma bússola.

Tabela 6 – Questão: Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê?

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|--|-------------|---|-------------|
| A1 | um ímã | [C] | Ímã, parafuso enrolado em um fio, celulares | [C] |
| A2 | um campo concentrado de energia magnética, algo com relação a magnetismo | [C] | sim, um eletroímã | [C] |
| A3 | o mal funcionamento, quando você tem certeza que o sul é para um lado e a bússola marca em outro | [E] | coisas de ferro, metais ou ate aparelhos de celulares, pregos e outros objetos q forneçam força | [Q] |
| B1 | ímã | [C] | corrente elétrica | [C] |
| B2 | ímã | [C] | eletroímã | [C] |
| B3 | campo gravitacional | [C] | ímã e eletroímã | [C] |
| C1 | Pouco oxigênio no ar? | [E] | Celular, prego, plástico. . . . | [Q] |
| C2 | não lembro muito bem, já foi dito em sala de aula | [E] | celulares, metais, e entre outros dispositivos que contenham metal | [Q] |
| C3 | sim, o sol | [E] | itens como palha de aço, ou até celulares podem interferir | [Q] |
| D1 | sim. o ímã | [C] | sim. celular ou outro aparelho tecnológico | [Q] |
| D2 | o vento | [E] | alguma coisa que tem no celular | [Q] |
| D3 | Não | [E] | Não tem eu acho | [E] |
| E1 | não | [E] | um eletroímã | [C] |
| E2 | não conheço | [E] | o ímã pode interferir no funcionante da agulha | [C] |
| E3 | Não | [E] | Um eletroímã. | [C] |
| F1 | Sim, porém não lembro. | [E] | Aparelhos eletrônicos | [Q] |
| F2 | sim, o magnetismo | [C] | Eletromagnetismo. | [C] |
| F4 | água | [E] | sim um celular e um ímã é capaz de interferir no seu funcionamento | [Q] |

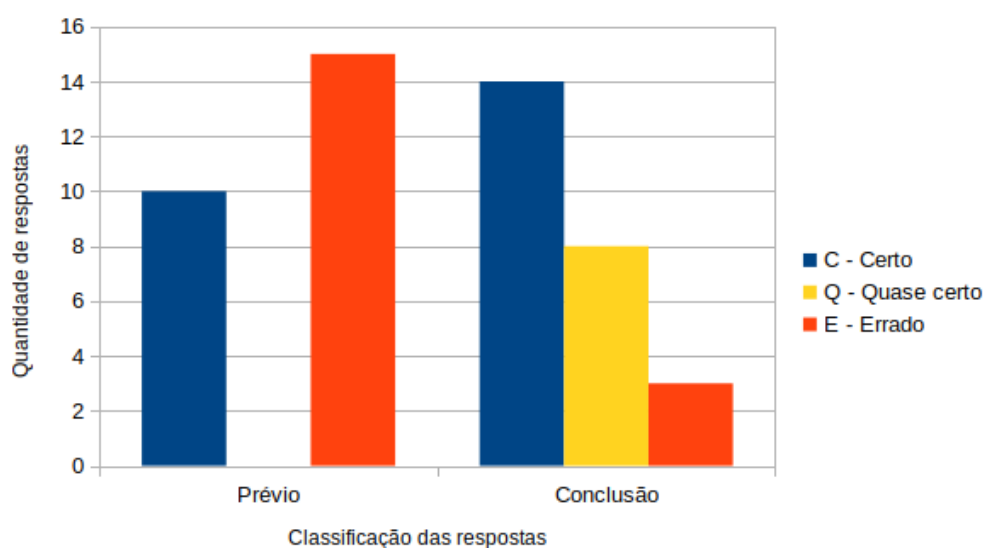
Continua na próxima página.

Tabela 6 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|--|------|
| G1 | Ímãs | [C] | Para desviar a agulha da bússola basta colocar outro campo magnético perto dela, assim transformando seu funcionamento, fazendo apontar em uma diferente posição, podendo utilizar um polo de um ímã ou um eletroímã | [C] |
| G2 | que eu me lembre outro ímã | [C] | uma bobina conectada em uma pilha, faz com que a agulha se mova diferente do correto | [C] |
| G3 | não | [E] | sim, ímã ou o eletroímã por que eles interferem no campo eletromagnético | [C] |
| H1 | não lembro | [E] | Eletroímã | [C] |
| H3 | Não | [E] | ímã | [C] |
| I1 | ímã | [C] | nada | [E] |
| I3 | Acho que alguma coisa a ver com a rotação da terra. | [E] | Uma bobina. Campos magnéticos. | [C] |

Ao analisarmos os resultados (Fig. 19), fica evidente que mais de 50% dos alunos não possuía conhecimento sobre os fatores que podem impactar o desempenho das bússolas. No entanto, após a participação nas atividades experimentais, eles foram capazes de reavaliar e aprimorar esses conceitos. Um aspecto relevante destaca-se na melhoria das respostas quando examinadas isoladamente, como é o caso das contribuições dos alunos G1 e G2 (Tab. 7).

Figura 19 – Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê?



Fonte: Próprio autor (2023).

Tabela 7 – Comparativo de respostas sobre funcionamento das bússolas.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|----------------------------|------|--|------|
| G1 | Ímãs | [C] | Para desviar a agulha da bússola basta colocar outro campo magnético perto dela, assim transformando seu funcionamento, fazendo apontar em uma diferente posição, podendo utilizar um polo de um ímã ou um eletroímã | [C] |
| G2 | que eu me lembre outro ímã | [C] | uma bobina conectada em uma pilha, faz com que a agulha se mova diferente do correto | [C] |

As próximas duas questões (Tab. 8 e Tab. 9) e seus respectivos gráficos (Fig. 20 e Fig. 21), fazem referência ao eletroímã, seu funcionamento e onde podemos encontrá-lo no nosso cotidiano.

Tabela 8 – Questão: O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento?

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|---|------|---|------|
| A1 | funciona quando uma corrente passa por ele | [C] | Eletroímã, é um ímã com menos força magnética que de um ímã normal tem, ele seria mais específico para atrair metais de pequeno porte | [Q] |
| A2 | uso de corrente elétrica para o magnetismo | [C] | é um ímã feito "artificialmente"q pode perder seu magnetismo cortando a energia que lhe fornece | [C] |
| A3 | não sei | [E] | não, mais sei que não é mais forte que um ímã | [Q] |
| B1 | não sei | [E] | não sei | [E] |
| B2 | não | [E] | é o mesmo funcionamento do ímã porém mais barato | [Q] |
| B3 | e um ímã que funciona com eletricidade elétrica | [C] | é uma bobina com um circuito eletrônico que gera um campo eletromagnético | [C] |
| C1 | Não imagino o que isso seja. | [E] | É quase igual ao Ímã, usamos um circuito elétrico. | [C] |
| C2 | não | [E] | não | [E] |
| C3 | ai eu não sei, desculpa | [E] | eletroímã é aquele que nós mesmos montamos, ele é muito utilizado em portas de condomínio ou banco por ter a capacidade de ser "ligado e desligado" | [C] |
| D1 | não sei o que é e nem responder | [E] | um eletroímã é um ímã que conseguimos fazer em casa. Quando ligado a corrente passa pelo fio e traz a magnetização | [C] |
| D2 | não sei o que é | [E] | é um ímã que funciona apenas com energia | [C] |
| D3 | Eu acho que é um ímã só que elétrico | [C] | Um eletroímã é uma força de campo magnético, tipo o ímã, não sei te dizer | [Q] |
| E1 | não sei | [E] | é um objeto que é formado por um fio e uma estrutura de metal. Sim | [Q] |

Continua na próxima página.

Tabela 8 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|--|------|---|------|
| E2 | não sei | [E] | não lembro | [E] |
| E3 | Não sei o que é | [E] | É um ímã criado, com uma corrente elétrica que é causa por uma bateria e um metal, acredito em que ele funciona e se torna um ímã quando a corrente elétrica entra em contato com o metal. | [C] |
| F1 | Ímãs que estão em aparelhos eletrônicos. | [E] | eletroímã é um "equipamento" que funciona com um ímã e uma força elétrica. Não sobre seu funcionamento | [Q] |
| F2 | não saberia | [E] | Eletroímã, é um tipo de ímã que possui uma bateria para seu funcionamento. | [C] |
| F4 | não sei explicar | [E] | um eletroímã é algo que tem um campo magnético e capaz de atrair metais | [Q] |
| G1 | É um ímã que funciona conforme a carga elétrica aplicada sobre ele | [C] | um eletroímã é um ímã fabricado com uma bobina, com condutores adequados e uma fonte de energia. Ele pode atrair ou repelir dependendo do polo da fonte, se for uma pilha, invertendo a pilha a ação também irá se inverter | [C] |
| G2 | não sei | [E] | é um ímã mais potente, não me recordo | [Q] |
| G3 | eletroímã é algo que eu nunca ouvi falar | [E] | é um aparelho que usa uma bobina um fio condutor e um gerador isso é o básico para fazer um eletroímã, quando o fio condutor é ligado a um gerador de energia ele faz com que a bobina faça um próprio campo eletromagnético em volta de si | [C] |
| H1 | não | [E] | Eletroímã é um tipo de ímã que precisa de corrente elétrica para funcionar. | [C] |

Continua na próxima página.

Tabela 8 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|-------------------------|-------------|--|-------------|
| H3 | Não | [E] | é um objeto magnético que não contém polos | [Q] |
| I1 | Não | [E] | não consigo lhe explicar | [E] |
| I3 | Desconheço infelizmente | [E] | Um eletroímã é um objeto que quando ligado a corrente elétrica (por exemplo uma bobina) obtêm um campo magnético | [C] |

Tabela 9 – Questão: Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|---|-------------|---|-------------|
| A1 | essa não faco ideia | [E] | Em um ferro velho para atrair pequenos metais que for necessário. | [C] |
| A2 | infelizmente não recordo | [E] | nas portas elétricas, como as dos bancos, que quando apertamos o botão ele corta a corrente e o ímã perde a força para a porta abrir | [C] |
| A3 | poderia explicar mais realmente não sei | [E] | geladeira, celulares, na geladeira ele aparece na porta da geladeira onde se encontra uma borracha que se gruda na outra para o travamento da porta | [Q] |
| B1 | ímã de geladeira | [E] | não lembro | [E] |
| B2 | não sei | [E] | não sei no momento | [E] |
| B3 | não lembro nenhuma situação | [E] | liquidificador, máquinas de lavar, celular | [C] |
| C1 | Não conheço sobre isso. | [E] | Na porta de um prédio. | [C] |
| C2 | não sei | [E] | geladeiras, celulares.. | [Q] |
| C3 | eu não sei o que é | [E] | porta de banco, de condomínios. . . . | [C] |
| D1 | não sei o que é | [E] | nas portas de banco | [C] |
| D2 | em aparelhos elétricos | [C] | na porta dos bancos | [C] |
| D3 | Não sei dizer | [E] | Em porta de geladeiras e no próprio ímã | [E] |

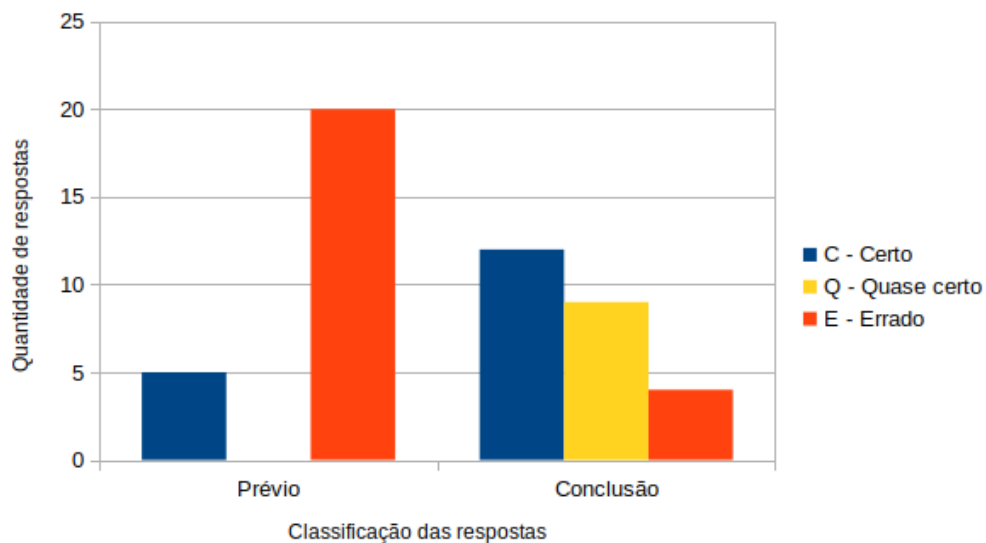
Continua na próxima página.

Tabela 9 – Continuação da página anterior.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|------------|--|-------------|--|-------------|
| E1 | não | [E] | portas de banco, de apartamentos | [C] |
| E2 | num som | [C] | não lembro | [E] |
| E3 | não sei o que é | [E] | Em portas elétricas, ímã gigante que puxa carro, eletrodomésticos, entre outros. O eletrímã é mais utilizado pois ele se torna mais barato, e tem a disponibilidade ser desligado e ligado diferente do ímã. | [C] |
| F1 | Em aparelhos eletrônicos. | [C] | Não lembro | [E] |
| F2 | não sei | [E] | Nos eletrodomésticos, em aparelhos eletrônicos e até em portarias. | [C] |
| F4 | Não lembro | [E] | não me lembro no momento | [E] |
| G1 | Sensores de metal de aeroporto que fazem aquele BIPS?! | [C] | para a separação de metais em um lixão (ao ligar o eletroímã ele atrairá todos os metais ali presente e desligando os soltará) | [C] |
| G2 | não sei | [E] | em locais de reciclagem, para pegar materiais de grande porte usam-se os eletroímãs | [C] |
| G3 | desconheço | [E] | portas de banco guindastes que pegam sucata de um lugar e a depositam em outro | [C] |
| H1 | não sei | [E] | Eletrodomésticos, celulares, portarias eletrônicas | [C] |
| H3 | Em coisas que atraem | [E] | celular, computador | [C] |
| I1 | não | [E] | não sei | [E] |
| I3 | Desconheço também | [E] | Não lembro | [E] |

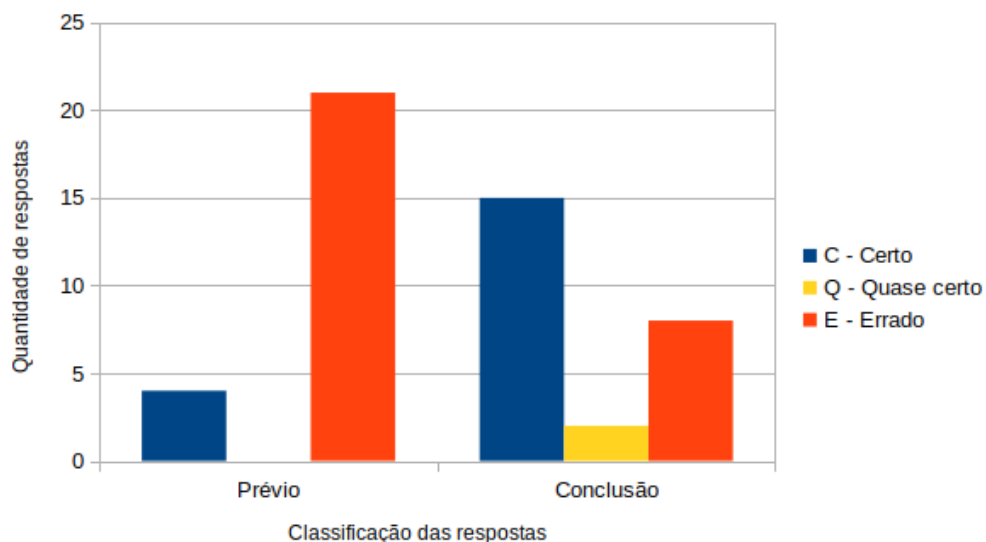
Em relação às duas perguntas (e, conseqüentemente, ao conhecimento) sobre eletroímãs, os gráficos mostram melhora substancial na conclusão, quando comparado à situação prévia à abordagem de Aprendizagem Significativa aplicada, sobretudo no quociente entre respostas certas e erradas. Em ambos os casos, uma parcela muito pequena entre os estudantes demonstraram familiaridade com eletroímãs antes da execução das atividades. Contudo, após o envolvimento nas mesmas, verifica-se uma significativa redução nas respostas incorretas e um aumento que supera o dobro nas respostas corretas.

Figura 20 – O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento?



Fonte: Próprio autor (2023).

Figura 21 – Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem.



Fonte: Próprio autor (2023).

As perguntas foram: “O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento?” e “Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem” que são, naturalmente, correlatas pela proximidade de seu teor. Esta correlação reflete-se na semelhança dos quantitativos de respostas “C” e “E” prévias, mostradas nas Figuras 20 e 21. Chama atenção o fato de que, embora a melhora na compreensão tenha sido

inegável, os alunos ainda apresentem residual dificuldade em visualizar a presença de eletroímãs no seu cotidiano. Este fenômeno pode entretanto estar relacionado à maneira com que os aparelhos evitam deixar à mostra esta parte de seu mecanismo, seja por segurança, seja por estética.

Observa-se ainda que é de suma importância aprofundar a análise além dos valores gráficos expostos. Ao cotejarmos as respostas, emerge, além de uma clara evolução do conceito, uma aquisição de proximidade e posse de relação de causa e consequência por parte dos alunos, como ilustrado na tabela subsequente (Tab. 10).

Tabela 10 – Comparativo de respostas sobre eletroímã.

| Al. | Prévio | Avl. | Conclusão | Avl. |
|-----|--|------|---|------|
| B3 | e um ímã que funciona com eletricidade elétrica | [C] | é uma bobina com um circuito eletrônico que gera um campo eletromagnético | [C] |
| C3 | ai eu não sei, desculpa | [E] | eletroímã é aquele que nós mesmos montamos, ele é muito utilizado em portas de condomínio ou banco por ter a capacidade de ser "ligado e desligado" | [C] |
| D1 | não sei o que é e nem responder | [E] | um eletroímã é um ímã que conseguimos fazer em casa. Quando ligado a corrente passa pelo fio e traz a magnetização | [C] |
| E3 | Não sei o que é | [E] | É um ímã criado, com uma corrente elétrica que é causa por uma bateria e um metal, acredito em que ele funciona e se torna um ímã quando a corrente elétrica entra em contato com o metal. | [C] |
| G1 | É um ímã que funciona conforme a carga elétrica aplicada sobre ele | [C] | um eletroímã é um ímã fabricado com uma bobina, com condutores adequados e uma fonte de energia. Ele pode atrair ou repelir dependendo do polo da fonte, se for uma pilha, invertendo a pilha a ação também ira se inverter | [C] |

Como pode se ver nos quadros comparativos, antes da realização das atividades a maioria dos estudantes apresentava respostas desconexas ao teor da questão ou respondiam que não sabiam sobre o assunto. No entanto, depois de realizadas as atividades, verifica-se uma mudança na grande maioria das respostas, passando a se verificar respostas certas ou certas com ressalvas.

Para além daqueles que não demonstraram nenhum conhecimento prévio sobre o assunto, também pode-se ver melhoria significativa na qualidade das respostas dos alunos que originalmente haviam dado respostas corretas antes das atividades. Tais respostas passaram a apresentar um maior grau de elaboração quando comparamos o antes e o depois, o que nos leva à conclusão de que a presente abordagem contribuiu para a compreensão do tema trabalhado, em relação aos conhecimentos anteriores.

5.2 CONSIDERAÇÕES

Como o produto foi aplicado em duas turmas em contextos distintos, temos algumas considerações a fazer, começando pela própria sequência. Mesmo que se pense em seguir um plano, podem surgir fatores incontroláveis, como mudanças no calendário escolar e problemas imprevistos na escola.

No que diz respeito à formulação da sequência, a realização de aulas expositivas para apresentar conceitos e formalismos não ocorreu conforme o esperado, devido às dúvidas em relação aos procedimentos. No entanto, a compreensão do fenômeno físico que deveria ser entendido foi satisfatória.

As atividades foram planejadas para serem realizadas em trios, com o intuito de estimular a interação entre os membros na discussão sobre o que estava sendo feito no momento. No entanto, em alguns casos, principalmente na segunda aplicação, houve dispersão para assuntos fora da atividade. Portanto, seria possível considerar a alteração de trios para duplas.

É possível reconsiderar a extensão das atividades. Na concepção inicial, a ideia era abordar o máximo de tópicos dentro do tema, sempre com o objetivo de construir uma sequência lógica para a construção do conhecimento. No entanto, é preciso levar em conta o tempo de assimilação do aluno. Na primeira aplicação, a maioria dos grupos conseguiu concluir as atividades, mas na segunda, metade dos grupos não conseguiu terminar. Diante dessas observações, seria interessante adaptar os roteiros às disponibilidades de tempos mais curtos.

Acreditamos que o objetivo do produto foi alcançado quando analisados e verificamos a evolução dos estudantes durante todo o processo.

6 CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho teve como propósito criar um produto educacional de fácil confecção e implementação por parte dos professores, visando tornar as aulas de física mais atrativas, descontraídas e dinâmicas, e principalmente, ser um elemento facilitador na compreensão do tema pelos estudantes.

Além disso, o produto educacional tem um caráter qualitativo, permitindo que os estudantes interpretem e expressem suas impressões sobre os fenômenos observados, em contraste com abordagens quantitativas que buscam respostas únicas. Esse aspecto possibilitou a utilização da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, que enfatiza a interação do novo conhecimento com ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz de maneira substantiva e não arbitrária. Essa teoria, nos critérios adotados para avaliação, pôde ser observada de forma satisfatória.

Esse produto consistiu na elaboração de uma sequência didática composta de oito aulas, sendo duas para aplicação de questionários (um antes e um após os experimentos), duas para aulas expositivas (uma a cada dois experimentos) e quatro para realização de quatro atividades experimentais utilizando materiais de baixo custo.

Os materiais para fabricação dos kits foram fáceis de conseguir. A madeira mdf foi em um descarte de marcenaria, alguns ímãs e fios em ferro velho, outros ímãs e as bússolas foram por compra na internet, os demais materiais em papelaria ou mercados.

Os critérios adotados para avaliação dos questionários tiveram como base a teoria de aprendizagem adotada no trabalho, pois, como iríamos avaliar respostas discursivas, os critérios nos permitiria observar se ocorreria ou não, a aprendizagem dos estudantes durante todo o processo.

No último capítulo, foi possível verificar, por meio dos gráficos, que a maioria dos alunos apresentou uma melhora significativa após realizar as atividades propostas. Essa melhora também foi confirmada pelas respostas dos alunos, que inicialmente eram curtas e muitas vezes desconexas com o conteúdo apresentado, mas que após as atividades passaram a ser mais elaboradas, com conexões entre os conceitos e aspectos físicos, indicando que houve aprendizagem por parte dos estudantes.

Apesar de todas as considerações e dificuldades enfrentadas durante o processo, é possível observar uma evolução na compreensão dos conteúdos pelos estudantes. A medida que a proposta for aplicada mais vezes, melhores resultados poderão ser obtidos, ou seja, a compreensão dos conteúdos aumentará conforme a aplicação da proposta e a evolução da compreensão dos conteúdos será observada, indicando a eficácia do produto educacional.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, SciELO Brasil, v. 25, p. 176–194, 2003.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. [S.l.]: Lisboa, 2003. v. 1.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. [S.l.]: Interamericana, 1980.

BATTAGLIN, Paulo David. **Laboratório de Controle e Sistemas Inteligentes - Contribuições sobre a Gênese da Engenharia Elétrica**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

BATTAGLIN, Paulo David; BARRETO, Gilmar. Revisitando a história da engenharia elétrica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 30, n. 2, p. 49–58, 2012.

CATEGNARO, Marcos Vinicius. **História do Eletromagnetismo Física Geral-Eletromagnetismo**. [S.l.], 2021. Disponível em:
<https://www.ufrgs.br/eletromagnetismo/material-suplementar/historia-do-eletromagnetismo/>.

CAVALCANTE, Kleber G. **A História do Eletromagnetismo Brasil Escola**. [S.l.], 2021. Disponível em:
<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-historia-eletromagnetismo.htm..>

DOS SANTOS, Emerson Izidoro; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada, 2004.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Escola de Ciência da Informação da UFMG, v. 27, n. 2, p. 58–76, abr. 2022. ISSN 1413-9936.

FERREIRA, Norberto Cardoso; LEJBMAN, Iuda Dawid Goldman Vel. **Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino medio de física**. 1978. Diss. (Mestrado) – Universidade de São Paulo.

FERRO, Maria da Glória Duarte; PAIXÃO, Maria do Socorro Santos Leal. **Psicologia da aprendizagem: fundamentos teórico-metodológicos dos processos de construção do conhecimento**. [S.l.]: EDUFPI, 2017. E-Book.

GARDELLI, Daniel. Concepções de interação física: Subsídios para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio. **São Paulo**, v. 119, 2004.

GRASSELLI, Erasmo Carlos; GARDELLI, Daniel. O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da teoria a prática. **Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor**, v. 1, p. 99–120, 2014.

ISOLA, Vitor; MARTINS, Roberto de Andrade. **A História do Eletromagnetismo Relatório**. [S.l.], 2003. Acesso em: 10 out. 2022.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 23, n. 3, p. 383–405, 2006.

MARTINS, R de A. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, p. 89–114, 1986.

MARTINS, Roberto de Andrade. O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 1, e1601, p. 1–30, 2017.

MORAES, Andreia Guerra; REIS, José Claudio; BRAGA, Marco Antonio Barbosa. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 21, n. 2, p. 224–248, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa subversiva. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. [S.l.]: Editora livraria da física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Linguagem e aprendizagem significativa. *In*: CONFERÊNCIA de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. [S.l.: s.n.], 2003. v. 8.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? **Instituto de Física–UFRGS. Porto Alegre**, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. [S.l.]: Editora pedagógica e universitária São Paulo, 1999. v. 2.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. [S.l.]: 4ª Edição. Editora Centauro, 2011.

NETO, Joaquim José Soares; JESUS, Girlene Ribeiro de; KARINO, Camila Akemi; ANDRADE, Dalton Francisco de. Uma escala para medir a infraestrutura escolar. **Est. aval. educ**, p. 78–99, 2013.

RIBEIRO, JC. O ensino experimental da Física no curso secundário. **II Curso de aperfeiçoamento para professores de Física do ensino secundário. Atas do encontro IBECC. MEC-ITA, São Paulo**, 1955.

RODRIGUES, Ana Maria. **Psicologia da aprendizagem e da avaliação**. [S.l.]: Cengage Learning, 2016.

TOLEDO, Maria Elena Roman de Oliveira; OLIVEIRA, Simone Machado Kühn de. **Métodos e técnicas de ensino**. [S.l.]: SAGAH, 2019. E-Book.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Questões

1. Dentro de nossas casas há muitos aparelhos elétricos. Se considerarmos os aparelhos de cozinha (liquidificador, batedeira, espremedor de frutas, etc) o que eles têm em comum?
2. Além de eletricidade, que peça ou “miolo” estes aparelhos têm em comum?
3. Considerando a peça da resposta anterior, você saberia explicar seu princípio de funcionamento?
4. O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona?
5. Cite situações em que os ímãs aparecem em seu dia a dia.
6. O que é uma bússola? Para que serve?
7. Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento?
8. Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê?
9. O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento?
10. Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem.
11. Será que é possível gerar corrente elétrica a partir de um ímã?
12. Explique como isso seria possível?

APÊNDICE B – ATIVIDADES I

Atividade I - Motor Elétrico

Grupo:_____

Materiais

- 1 "barra";
- 2 pilhas de 1,5 V;
- 1 suporte;
- 1 tesoura;
- 1 estilete;
- 1 balão;
- 1 pedaço (1,5 m) de fio de cobre esmaltado;
- 2 pedaços (15 cm cada) de fio cabinho.

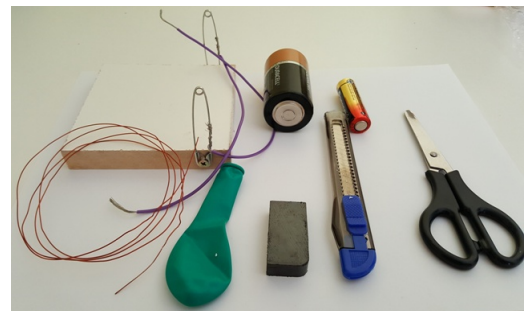


Figura B.1 – Materiais da Atividade I

Fonte: Próprio autor

Roteiro

Montando a bobina

- Pegue o pedaço de 1,5 m de fio de cobre;
- Deixe livre cerca de 5 cm de cada lado, formando o eixo, que será apoiado nos suportes, em torno do qual a bobina vai girar. Enrole 10 voltas em 2 dedos (indicador e médio) (figura 1) ou use a pilha grande. De uma das extremidades tire todo o esmalte do fio usando a gilete e da outra, retire apenas a metade, ou seja, raspe apenas um dos lados.

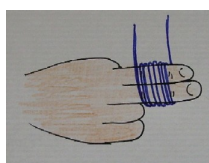


Figura B.2 – Fazendo a bobina

Fonte: Próprio autor

Experimento

• Parte I

1. Desenhe um plano cartesiano no suporte da bobina;
2. Coloque a bobina sobre os suportes. Verifique se o eixo da bobina encosta nos suportes, ambos ao mesmo tempo, na parte raspada;
3. Una a pilha ao suporte, para isso:
 - a) Usando a tesoura, corte o balão na transversal;
 - b) Ligue os fios, um em cada extremidade da pilha, usando a tira de balão.

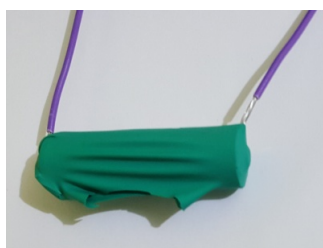


Figura B.3 – Conectando a pilha ao suporte

Fonte: Próprio autor

4. Desligue a pilha, posicione a barra no meio do suporte, deixando mais próximo da bobina e ligue novamente a pilha;
5. Mude a posição da barra passando de um eixo para o outro (fazendo 90 graus com a posição anterior).

Questões para discussão:

1. Faça um desenho do circuito elétrico, indicando a direção da corrente elétrica convencional.
2. No passo 3, ao ligar a pilha ao suporte, o que acontece?
3. O que é essa barra?
4. Ao adicionar a barra, o que acontece?
5. Ao mudar a posição da barra, de um eixo para o outro, o que acontece?
6. Repita o passo 4, agora dando um pequeno impulso na bobina, o que acontece?
7. Repita o passo 5, agora dando um pequeno impulso na bobina, o que acontece?

- Parte II

1. Repita o item 2 da Parte I invertendo os pólos do gerador;
2. Repita os itens 3, 4 e 5 da Parte I.

Questões para discussão:

1. Faça um desenho do circuito elétrico, indicando a direção da corrente elétrica convencional.
2. No passo 3, ao ligar a pilha, o que acontece?
3. Ao adicionar a barra, o que acontece?
4. Ao mudar a posição da barra, de um eixo para o outro, o que acontece?
5. Repita o passo 4, agora dando um pequeno impulso na bobina, o que acontece?
6. Repita o passo 5, agora dando um pequeno impulso na bobina, o que acontece?

Conclusões:

Com base na atividade realizada, descreva as conclusões que o grupo chegou.

APÊNDICE C – ATIVIDADES II

Atividade II - Bússolas e Ímãs

Grupo:_____

Materiais

- Ímã em forma de barra
- 2 Bússolas;
- Etiquetas;
- esponja de aço;
- Folha A4 comum e isopor;

Roteiro

Em algum momento na vida de estudante, em aulas de geografia, vocês já devem ter ouvido ou lido a seguinte explicação:

O Sol sempre nasce a leste e sempre se põe a oeste. Uma pessoa ao estender o braço direito na direção do nascer do Sol e o braço esquerdo na direção do poente terá à sua frente o Norte e logo o Sul às suas costas.

Com base na expliação, realize os procedimentos abaixo.

Procedimento:

- Parte I
 - A) Utilizando uma das bússolas, identifique a direção norte-sul da Terra;
 - B) Alinhe o norte da bússola com o norte da Terra;
 - C) Utilizando a outra bússola, aproxime-a da que está alinhada, faça um desenho de como ficaram as agulhas das bússolas e anote o que acontece.
 - D) Afaste a bússola que foi aproximada da outra e anote o que acontece.
 - E) A que conclusão chegaram?
- Parte II
 - A) Mantendo a bússola alinhada da parte 1, use um dos ímãs e aproxime-o da mesma.

- B) Observe, faça um desenho e anote o que acontece.
 - Obs.: Se uma das pontas da agulha apontar para o ímã, use as etiquetas para identificar essa extremidade no ímã.
- C) Gire o ímã, invertendo seu lado e repita o procedimento B.
- D) Use um outro ímã com formato diferente e repita os passos anteriores.
- E) Identifique o norte dos pares dos ímãs utilizados aproximando-os da bússola
- F) Utilizando os ímãs da parte 2, pegue os ímãs em pares e os aproxime em diversas posições diferentes. Para cada situação faça um desenho e anote o que acontece (atrai, repele, nada acontece).
- G) A que conclusão chegaram?

- Parte III

- A) Em uma folha na posição paisagem:
 - a) Faça uma linha utilizando uma régua dividindo-a ao meio;
 - b) Use um dos ímãs e coloque sobre a linha;
 - c) Posicione o norte-sul do ímã de forma que tenham a direção da linha.
- B) Usando uma das bússolas, coloque-a em várias posições ao redor do ímã e marque na folha a direção que a agulha aponta (Quanto mais medidas melhor).
- C) Utilizando a folha do item "A", aproxime-a e coloque sobre o ímã, em seguida esfarele a esponja de aço sobre toda a folha (Faça essa aproximação devagar).
- D) Repita o procedimento em "C", agora usando dois ímãs, postos um ao lado do outro.
- E) A que conclusão chegaram?

Questões para discussão:

1. Existe alguma relação entre as atividades? Se sim, qual (ais)?
2. Uma bússola exerce alguma influência sobre a outra? Como você explica o que foi observado?
3. A agulha da bússola aponta em que direção da Terra? Que explicação você dá para isso?
4. Como é possível identificar os polos dos ímãs sem uma bússola?

APÊNDICE D – ATIVIDADES III

Atividade III - Campo Magnético Utilizando Corrente Elétrica

Grupo : _____

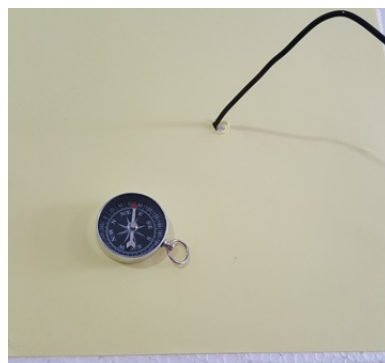
Materials

- Fio de cobre;
- Cartolina;
- Base 1 e suporte 2;
- Bússola;
- Pilhas.



Roteiro

- Parte I
 - a. Passe o fio rígido pelo orifício da base 1, deixando na vertical e ligue cada extremidade em um dos pólos da pilha;



- b. Coloque a bússola a uma certa distância do fio e meça essa distância (do fio ao centro da bússola).
- c. Ligue a ponta solta do fio na pilha, fechando o circuito, observe o que acontece e marque a posição que a agulha adotou.
- d. Posicione novamente a bússola em outro ponto, respeitando a distância da bússola e o fio do item anterior. Marque a posição que a agulha adotou.

- e. Repita o procedimento anterior para, no mínimo, mais 4 posições.
- f. Agora para uma distância maior entre o fio e a bússola, repita os passos "d" e "e".
- g. Inverta os polos da bateria e refaça o experimento.

Questões para discussão:

1. Antes de ligar o circuito, como se encontrava a bússola?
2. Ao ligar o circuito, o que se observou? Há algum tipo de interação? Explique.
3. Ao realizar os procedimentos a e b, o grupo conseguiria chegar a alguma conclusão?
4. Descreva o que aconteceu quando se inverte o sentido da corrente.
5. Ao repetir o experimento com a corrente invertida houve alguma mudança?

• Parte II

- a. Enrole o fio ao redor do suporte 2, em espiral como de caderno (solenóide) e ligue uma das extremidades na bateria;

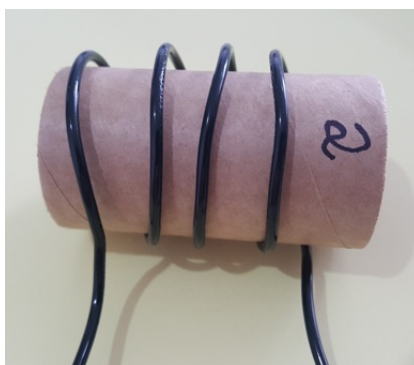


Figura D.1 – Fazendo o solenoide

- b. Coloque o suporte sobre a folha e deixe a bússola próxima e observe;
- c. Ligue o outro fio à bateria, observe a posição da agulha e registre na folha;
- d. Coloque a bússola em outras posições registrando as posições da agulha;
- e. Coloque a bússola dentro do solenoide e observe o que acontece;
- f. Inverta os polos da pilha e refaça os procedimentos.

Questões para discussão:

1. Antes de fechar o circuito o que se observa? E após fechar, há alguma mudança? Explique.
2. Após colocar a bússola em várias posições, o que se observou?
3. Ao colocar a bússola no meio do solenoide, qual foi o comportamento desta?
4. Poderíamos comparar o solenoide a um ímã? Explique.

Conclusões:

Após realizar os dois procedimentos, o grupo conseguiria enumerar o que aprendeu?

APÊNDICE E – ATIVIDADES IV

Atividade IV - Eletroímã

Grupo:_____

Materials

- Fio;
- 2 parafusos;
- cortiça;
- tubo plástico;
- pregos, cliques, isopor, plástico;
- Bússola;
- 1 pilha.

**Roteiro**

- Parte I
 - a. Construa um solenoide, enrolando o fio no tubo plástico. Dê cerca de 5 voltas, sempre no mesmo sentido. Deixe cerca de 20 cm livre em cada lado do fio. Em seguida, retire o tubo plástico;
 - b. Aproxime o solenoide da bússola, de modo que a agulha fique na posição perpendicular (90 graus) com o eixo do solenoide;
 - c. Ligue as extremidades do fio a uma pilha. Observe a agulha, desenhe o antes e o depois de ligar o fio;
 - d. Faça um solenoide utilizando a cortiça. Mantendo-a no centro, repita os itens "b" e "c";
 - e. Faça o solenoide utilizando o tubo plástico. Mantendo-o no centro, repita os itens "b" e "c";
 - f. Faça o solenoide utilizando o parafuso. Mantendo-o no centro, repita os itens "b" e "c", tanto para a ponta quanto para a "cabeça" do parafuso.

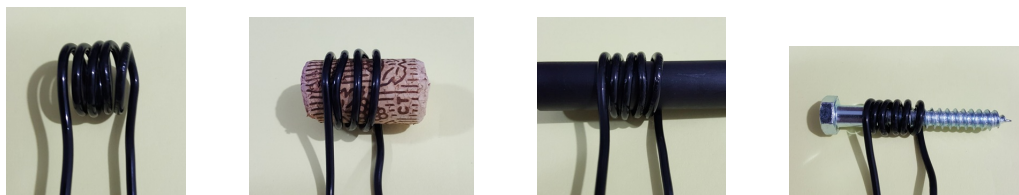


Figura E.1 – Fazendo eletroímã

Fonte: Próprio autor

Espaço para anotações:**Questões para discussão:**

1. Ao ligar o circuito, sem nenhum material na bobina, o que se observou?
2. Observou-se diferença na bússola após as inserções dos materiais? Se sim, quais?
3. No item "f" onde o desvio da agulha da bússola é maior: na ponta ou na "cabeça" do parafuso?

• Parte II

- a. Use o eletroímã da atividade anterior com o parafuso no meio;
- b. Aproxime um conjunto de alfinetes, cliques, isopor e plástico, a um dos extremos do eletroímã (a ponta do parafuso). Ligue o eletroímã à pilha. Agora, aproxime do outro extremo (a cabeça do parafuso) e observe;
- c. Desligue o eletroímã da pilha. Observe o que acontece;
- d. Monte um eletroímã de 10 ou mais voltas. Você pode enrolar o fio diretamente no parafuso;
- e. Repita os itens "b" e "c".

**Questões para discussão:**

1. O que se observou no item "b"?

2. Onde a atração é maior: na ponta ou na cabeça do prego?
3. O que se observou no item "c"?
4. Ao refazer os itens "b" e "c" com a bobina com mais voltas, houve alguma diferença?

Questionário:

1. O que ocorre quando você aproxima dos materiais metálicos o prego com o fio enrolado ligado à pilha?
2. E quando o fio é desligado?
3. Como você pode aumentar a força de um eletroímã?
4. Por que o campo magnético desaparece quando o circuito é desligado?
5. Em um depósito de lixo, há materiais de ferro que precisam ser separados para serem reaproveitados. Para essa separação pode-se usar ímã ou eletroímã. Qual o mais indicado e por quê?

Conclusões:

Após realizar os dois procedimentos, enumere no mínimo três coisas que o grupo aprendeu?

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE CONCLUSÃO

Questões

1. Se considerarmos os aparelhos de cozinha (liquidificador, batedeira, espremedor de frutas, etc) todos possuem um motor elétrico. Como resumiria os elementos deste motor?
2. Além da corrente elétrica, qual o principal elemento para o funcionamento do motor?
3. O que é um ímã? Você saberia explicar como ele funciona?
4. O que é campo magnético?
5. O que é uma bússola? Para que serve?
6. Você saberia explicar em que está baseado o seu funcionamento?
7. Além do campo magnético da Terra e de ímãs, o que pode fazer desviar a agulha de uma bússola? Você conhece algo capaz de interferir no funcionamento de uma bússola? O quê?
8. O que é um eletroímã? Você saberia explicar seu funcionamento?
9. Qual a diferença entre um ímã e um eletroímã?
10. Cite algumas situações que os eletroímãs aparecem.
11. Como a sequência desenvolvida colaborou para seu aprendizado?
12. A sequência em que as atividades foram colocadas colaborou para o aprendizado? Explique.
13. Se a resposta anterior foi negativa, quais mudanças você faria? Em qual sequência colocaria as atividades?
14. De maneira geral, como avalia a estrutura dos roteiros das atividades?
15. Com base na resposta anterior, que mudanças faria?
16. O tempo utilizado para realizar as atividades foi suficiente?
17. Como avalia os materiais utilizados no desenvolvimento dos experimentos?

18. Qual nota você daria para seu grupo na realização das atividades? Justifique.

APÊNDICE G – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE E TERMO DE ASSENTIMENTO - TA

TCLE para Maiores de 18 Anos

Termo de assentimento livre e esclarecido

(elaborado de acordo com a resolução 466/12 CNS)

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada "**Proposta de sequência didática para Eletromagnetismo com foco em Aprendizagem Significativa utilizando laboratório de baixo custo**". A pesquisa está sendo realizada por Christie Costa Silva, professor efetivo de Ensino Médio na rede pública do Estado de Santa Catarina, orientado por Alexandre Magno Silva Santos, professor efetivo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física.

A física, uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos, os quais apresentados usando uma metodologia única verbal ou textual, ensino tradicional, costumam não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo testar uma sequência didática para o ensino do eletromagnetismo utilizando uma abordagem teórico experimental para ser utilizado em turmas de segundo e terceiro ano do Ensino Médio.

Caso aceite participar da pesquisa e com a autorização de seu responsável legal, você frequentará oito encontros, onde fará atividades individuais e em grupos.

Enquanto você e seus colegas de classe estiverem fazendo as atividades propostas, o professor fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o quê, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer é avaliar a sequência didática, e não você ou seus colegas.

Ao participar da pesquisa você não correrá riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Você poderá ficar cansado ou aborrecido durante os encontros; ao dar uma resposta errada, você poderá ficar constrangido e até ser vaiado pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, você também pode optar por permanecer calado quando quiser.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntário e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso o pesquisador e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a sua identificação e o eventual vazamento dos dados.

Se optar por não participar da pesquisa, sua presença não será obrigatória caso os encontros sejam realizados fora do horário regular das aulas. Caso os encontros sejam realizados no horário regular das aulas, você poderá ficar como simples observador, sem emitir opiniões, ou o professor poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a sua participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação de seu desempenho escolar.

Você poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, você estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso você sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em caso de acidente ou mal-estar em qualquer outra atividade escolar.

Caso você tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você, sob orientação de seu responsável legal, pode entrar em contato com o pesquisador (prof. Chris) e-mail silvachristie@hotmail.com ou com o seu orientador (prof. Alexandre) pelo telefone (48)3721-2173, e-mail alexamagno@gmail.com ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br.

Consentimento do participante

Tendo lido este documento e sido esclarecido pelo pesquisador sobre eventuais dúvidas, declaro-me suficientemente informado sobre os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como sobre meus direitos, e opto por participar dela de livre e espontânea vontade. Declaro também ter recebido uma via original desse documento, rubricada em todas as páginas e assinada.

Florianópolis, _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável

Nome legível:

CPF:

Assinatura do pesquisador

Nome legível:

CPF:

TCLE para Responsáveis por Menor de 18 anos

Termo de assentimento livre e esclarecido

(elaborado de acordo com a resolução 466/12 CNS)

O(A) estudante _____, pelo qual você é o(a) responsável legal, está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada "**Proposta de sequência didática para Eletromagnetismo com foco em Aprendizagem Significativa utilizando laboratório de baixo custo**". A pesquisa está sendo realizada por Christie Costa Silva, professor efetivo de Ensino Médio na rede pública do Estado de Santa Catarina, orientado por Alexandre Magno Silva Santos (professor efetivo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina), dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - coordenado pela Sociedade Brasileira de Física.

A física, que é uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos que quando são apresentados usando uma metodologia única (verbal ou textual), costuma não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo testar uma sequência didática para o ensino do eletromagnetismo utilizando uma abordagem teórico experimental para ser utilizado em turmas de segundo e terceiro ano do Ensino Médio.

Caso aceite participar da pesquisa e tenha sua autorização (como responsável legal), o(a) estudante frequentará sete encontros, onde fará atividades individuais e em grupos.

Enquanto estiverem fazendo as atividades propostas, o professor fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o quê, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer é avaliar a sequência didática, e não os alunos em si.

Ao participar da pesquisa o(a) estudante não correrá riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Algumas possibilidades são: ficar cansado(a) ou aborrecido(a) durante os encontros; ao dar uma resposta errada, poderá ficar constrangido(a) e até ser vaiado pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, os(as) participantes também podem optar por permanecer calados(as) quando quiserem.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntário e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso o pesquisador e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções,

desde o início, para evitar a identificação dos(as) estudantes e o eventual vazamento dos dados.

Se optar por não participar da pesquisa, a presença do(a) estudante em sala não será obrigatória (caso os encontros sejam realizados fora do horário regular das aulas). Caso os encontros sejam realizados no horário regular das aulas, o(a) aluno(a) poderá ficar como simples observador(a) - sem emitir opiniões, ou o professor poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição a sua participação. De todo modo, a participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação do desempenho escolar.

O(A) estudante poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado(a) a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, ele(a) estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, o(a) estudante que sofrer algum acidente ou mal-estar durante sua realização, será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em qualquer caso de acidente ou mal-estar em outra atividade escolar.

Caso o(a) aluno(a) tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado a sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e o(a) estudante não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo, ele(a) pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, o(a) aluno(a) e/ou seu responsável legal, podem entrar em contato com o pesquisador (prof. Chris) e-mail silvachristie@hotmail.com ou com o seu orientador (prof. Alexandre) pelo telefone (48)3721-2173, e-mail alexamagno@gmail.com ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail

cep.propesq@contato.ufsc.br.

Consentimento do responsável legal pelo estudante participante

Florianópolis, _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável

Nome legível:

CPF:

Assinatura do pesquisador

Nome legível:

CPF:

TA para Menores de 18 anos

Termo de assentimento

(elaborado de acordo com a resolução 466/12 CNS)

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada "**Proposta de sequência didática para Eletromagnetismo com foco em Aprendizagem Significativa utilizando laboratório de baixo custo**". A pesquisa está sendo realizada por Christie Costa Silva, professor efetivo de Ensino Médio na rede pública do Estado de Santa Catarina, orientado por Alexandre Magno Silva Santos, professor efetivo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física.

A física, uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos, os quais apresentados usando uma metodologia única verbal ou textual, ensino tradicional, costumam não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo testar uma sequência didática para o ensino do eletromagnetismo utilizando uma abordagem teórico experimental para ser utilizado em turmas de segundo e terceiro ano do Ensino Médio.

Caso aceite participar da pesquisa e com a autorização de seu responsável legal, você frequentará oito encontros, onde fará atividades individuais e em grupos.

Enquanto você e seus colegas de classe estiverem fazendo as atividades propostas, o professor fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o quê, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer é avaliar a sequência didática, e não você ou seus colegas.

Ao participar da pesquisa você não correrá riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Você poderá ficar cansado ou aborrecido durante os encontros; ao dar uma resposta errada, você poderá ficar constrangido e até ser vaiado pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, você também pode optar por permanecer calado quando quiser.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntário e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso o pesquisador e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a sua identificação e o eventual vazamento dos dados.

Se optar por não participar da pesquisa, sua presença não será obrigatória caso os encontros seja realizado fora do horário regular das aulas. Caso os encontros sejam realizados no horário regular das aulas, você poderá ficar como simples observador,

sem emitir opiniões, ou o professor poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a sua participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação de seu desempenho escolar.

Você poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, você estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso você sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em caso de acidente ou mal-estar em qualquer outra atividade escolar.

Caso você tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você, sob orientação de seu responsável legal, pode entrar em contato com o pesquisador (prof. Chris) e-mail silvachristie@hotmail.com ou com o seu orientador (prof. Alexandre) pelo telefone (48)3721-2173, e-mail alexamagno@gmail.com ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br.

Tendo lido este documento e sido esclarecido pelo pesquisador sobre eventuais dúvidas, declaro-me suficientemente informado sobre os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como sobre meus direitos, e opto por participar dela de livre e espontânea vontade. Declaro também ter recebido uma via original desse

documento, rubricada em todas as páginas e assinada.

Florianópolis, _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável

Nome legível:

CPF:

Assinatura do pesquisador

Nome legível:

CPF:

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de sequência didática para Eletromagnetismo com foco em Aprendizagem Significativa utilizando laboratório de baixo custo.

Pesquisador: ALEXANDRE MAGNO SILVA SANTOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 07217818.9.0000.0121

Instituição Proponente: Centro de Ciências Físicas e Matemáticas

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.254.575

Apresentação do Projeto:

Trata-se de resposta à pendência de um estudo proposto para a Dissertação de Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física com Polo na Universidade Federal de Santa Catarina orientado pelo prof. Alexandre Magno Silva Santos. O estudo pretende desenvolver uma sequência de aula com objetivo de facilitar a compreensão dos conceitos sobre eletromagnetismo utilizando experimentos a partir de objetivos do cotidiano. Os pesquisadores pretendem realizar a "elaboração e implementação de um produto educacional junto a uma turma de nível médio em uma escola da rede pública estadual de Santa Catarina, na cidade de Florianópolis. O objetivo específico é a elaboração de uma sequência didática para o conteúdo de eletromagnetismo usando aulas expositivas acrescidas da realização de atividades experimentais. Esta sequência tem como base a Teoria de Aprendizagem Significativa e inclui atividades experimentais." Na descrição do TCLE os pesquisadores mencionam a gravação das atividades em áudio e vídeo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Estudar a aplicação de uma sequência didática voltada na aprendizagem significativa e em atividades experimentais para promover um ensino de Física prazeroso, resgatar a curiosidade do aluno, explorar outros recursos didáticos, explorar atividades experimentais e promover o trabalho em grupo.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.254.575

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Ao participar da pesquisa o aluno não correrá riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas como:- ficar cansado ou aborrecido durante os encontros; - ao dar uma resposta errada poderá ficar constrangido e até ser vaiado pelos colegas;- ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos colegas.

Benefícios:

-Promover um ensino de Física prazeroso;- Resgatar a curiosidade do aluno;- Explorar outros recursos didáticos; - Explorar atividades experimentais; - Promover o trabalho em grupo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores realizaram as alterações no TCLE adequando-os às recomendações da Resolução 466/2012.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE para os pais e/ou responsáveis readequado de acordo com a Resolução 466/2012.

Recomendações:

não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conclusão: aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|---|------------------------|------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1272543.pdf | 31/03/2019 10:17:02 | | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_responsavel_por_menor_18_ano_s.pdf | 29/03/2019 10:39:07 | CHRISTIE COSTA SILVA | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Christie_v10.pdf | 05/02/2019 23:17:55 | CHRISTIE COSTA SILVA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_Autoriz_Pesq_Christie.pdf | 14/12/2018 12:50:46 | ALEXANDRE MAGNO SILVA SANTOS | Aceito |

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.254.575

| | | | | |
|---|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|--------|
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TA_menores18anos.pdf | 14/12/2018 12:48:32 | ALEXANDRE MAGNO SILVA SANTOS | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_maiores18anos.pdf | 14/12/2018 12:47:54 | ALEXANDRE MAGNO SILVA SANTOS | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_Rosto_Assinada.pdf | 14/12/2018 12:47:23 | ALEXANDRE MAGNO SILVA SANTOS | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 09 de Abril de 2019

Assinado por:
Maria Luiza Bazzo
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

ANEXO B – AUTORIZAÇÃO SED - SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL DA GRANDE FLORIANÓPOLIS
SUPERVISÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS – Fone: 3665-4088
Rua das Camélias, 345/8º andar – Kobrasol – São José/SC - CEP 88102-480.

Ofício nº 892/SGF/GAB/2018

São José 06 de setembro de 2018.

Sr(a) Gestor(a),

Cumprimentando-o(a) cordialmente, vimos por meio deste, **AUTORIZAR** o mestrando **CHRISTIE COSTA SILVA**, do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), pólo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a realizar levantamento de dados de sua pesquisa de Mestrado, intitulada “Proposta de Sequência Didática para Eletromagnetismo com Foco em Aprendizagem Significativa Usando Laboratório de Baixo Custo”.

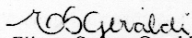
O objetivo do estudo é “estudar a aplicação de uma sequência didática voltada na aprendizagem significativa e em atividades experimentais junto a uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da rede pública estadual”. Para isto, o mestrando realizará visitas à escola EEB Dr. Paulo Fontes para efetivar sua pesquisa ao longo do segundo semestre do ano letivo de 2018. As atividades envolverão: oito encontros de 35 minutos, onde no primeiro será aplicado um questionário, nos outros seis encontros seguintes realizará atividades pertinentes à temática e no último encontro aplicará novamente o mesmo questionário. Os sujeitos da pesquisa serão estudantes da turma do 3º ano do Ensino Médio do período noturno. Por parte da turma tratar-se de adolescentes, destacamos que antes da aplicação da metodologia de coleta de dados deverão ser realizados os devidos procedimentos de autorização de seus responsáveis legais, assim como dos(as) estudantes com idade acima de 18 anos para a participação na pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). E o Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) a todos(as) os(as) estudantes da referida turma.

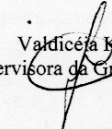
A Pesquisa de Mestrado será orientada pelo Professor Alexandre Magno Silva Santos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

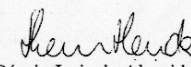
Após a defesa pública, o referido mestrando entregará uma cópia de sua dissertação à escola.

Sendo assim, somos **FAVORÁVEIS** à sua aplicação, porém ressaltamos que as informações obtidas, deverão ser utilizadas exclusivamente para fins científicos, sendo conservada no anonimato a identificação dos sujeitos da pesquisa, assim como, não os colocar em momento algum da pesquisa em situação de constrangimento ou exposição vexatória.

Atenciosamente,


Elizete Soares Geraldi
Coord. Regional da Grande Florianópolis


Valdicéa Klausen
Supervisora da Grande Florianópolis


Sérgio Luis de Almeida
Integrador da Grande Florianópolis

NatáliaMG